



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit  
und Verbraucherschutz

# **National Assessment Report**

**Bericht des Bundesministeriums für Umwelt,  
Naturschutz, nukleare Sicherheit und  
Verbraucherschutz (BMUV)  
zum ENSREG Topical Peer Review  
Fire Protection**

Herausgeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV)

Referat S I 5 Postfach 12 06 29, 53048 Bonn, Deutschland

E-Mail: [SI5@bmuv.bund.de](mailto:SI5@bmuv.bund.de)

Website: <http://www.bmuv.de>

Editors: Referat S I 5  
(Technische internationale Angelegenheiten der nuklearen Sicherheit)

Datum: 30.10.2023

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Basisinformationen</b> .....	<b>3</b>
1.1	Identifikation der kerntechnischen Einrichtungen .....	3
1.1.1	Zu betrachtende kerntechnische Einrichtungen .....	3
1.1.2	Nationale Auswahl der Anlagen für den TPR II und deren Begründung .....	7
1.1.3	Wesentliche Parameter für jede Anlage .....	10
1.1.4	Ansatz für die Erstellung des NAR für die nationale Anlagenauswahl .....	20
1.2	Nationaler aufsichtlicher Rahmen.....	21
1.2.1	Nationales Regelwerk.....	21
1.2.2	Umsetzung/Anwendung internationaler Regeln und Richtlinien.....	26
<b>2</b>	<b>Brandsicherheitsanalysen</b> .....	<b>28</b>
2.1	Kernkraftwerke .....	28
2.1.1	Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen .....	28
2.1.2	Grundlegende Annahmen und Methoden .....	33
2.1.3	Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen ....	34
2.1.4	Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers) .....	34
2.1.5	PSÜ und Handhabung von Änderungen .....	35
2.1.6	Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen.....	36
2.1.7	Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen .....	40
2.2	Forschungsreaktoren.....	41
2.2.1	Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen .....	41
2.2.2	Grundlegende Annahmen und Methoden .....	43
2.2.3	Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen ....	43
2.2.4	Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers) .....	44
2.2.5	PSÜ und Handhabung von Änderungen .....	44
2.2.6	Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen.....	47
2.2.7	Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen .....	50
2.3	Anlagen des Brennstoffkreislaufs .....	52
2.3.1	Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen .....	52
2.3.2	Grundlegende Annahmen und Methoden .....	53
2.3.3	Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen ....	54

2.3.4	Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers) .....	54
2.3.5	PSÜ und Handhabung von Änderungen .....	55
2.3.6	Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen .....	56
2.3.7	Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen .....	58
2.4	Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente .....	61
2.4.1	Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen .....	61
2.4.2	Grundlegende Annahmen und Methoden .....	62
2.4.3	Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen ....	62
2.4.4	Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers) .....	62
2.4.5	PSÜ und Handhabung von Änderungen .....	64
2.4.6	Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen .....	65
2.4.7	Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen .....	66
2.5	Zwischenlager für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen.....	67
2.5.1	Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen .....	67
2.5.2	Grundlegende Annahmen und Methoden .....	68
2.5.3	Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen ....	68
2.5.4	Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers) .....	69
2.5.5	PSÜ und Handhabung von Änderungen .....	70
2.5.6	Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen .....	70
2.5.7	Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörden zu den Brandsicherheitsanalysen .....	71
2.6	Anlagen in der Stilllegung.....	72
2.6.1	Grundlegende Annahmen und Methoden .....	72
2.6.2	Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen .....	72
2.6.3	Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen ....	73
2.6.4	Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers) .....	73
2.6.5	PSÜ und Handhabung von Änderungen .....	74
2.6.6	Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen .....	74
2.6.7	Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen .....	76
<b>3</b>	<b>Brandschutzkonzept und dessen Umsetzung.....</b>	<b>77</b>
3.1	Brandverhütung .....	78

3.1.1	Auslegungsüberlegungen und Vorkehrungen zur Brandverhütung.....	78
3.1.2	Überblick über das Vorgehen bei der Handhabung und der Kontrolle von Brandlasten und potenziellen Zündquellen .....	82
3.2	Aktiver Brandschutz.....	87
3.2.1	Brandmelde- und Alarmierungseinrichtungen .....	87
3.2.2	Brandbekämpfungseinrichtungen.....	98
3.2.3	Aspekte des betrieblichen und abwehrenden Brandschutzes.....	113
3.3	Passiver Brandschutz.....	128
3.3.1	Verhinderung der Brandausbreitung (Barrieren) .....	128
3.3.2	Lüftungseinrichtungen .....	142
3.4	Erfahrungen des Genehmigungsinhabers mit der Umsetzung des Brandschutzkonzepts .....	154
3.5	Bewertung des Brandschutzkonzepts und Schlussfolgerungen durch die Aufsichtsbehörde.....	160
3.6	Schlussfolgerungen zur Eignung des Brandschutzkonzepts und seiner Umsetzung.	165
<b>4</b>	<b>Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen .....</b>	<b>166</b>
<b>5</b>	<b>Referenzen zum NAR .....</b>	<b>167</b>
	<b>Anhänge zum NAR.....</b>	<b>172</b>
A1	Vollständige Liste der kerntechnischen Anlagen.....	172
A2	Liste der brandschutzrelevanten Weiterleitungsnachrichten der GRS .....	176
A3	Klassifizierung von Baustoffen und Bauteilen nach alter DIN und aktueller EN.....	178

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1	Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren, die im NAR betrachtet werden .....	13
Abbildung 1-2	Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung, die im NAR betrachtet werden.....	16
Abbildung 1-3	Nationale Regelwerkspyramide .....	22
Abbildung 2-1	Lageplan des FR MZ (Brandabschnittsgrenzen rot markiert) .....	42

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1	Kernkraftwerke, die im NAR betrachtet werden .....	11
Tabelle 1-2	Forschungsreaktoren, die im NAR betrachtet werden .....	14
Tabelle 1-3	Anlagen des Brennstoffkreislaufs, die im NAR betrachtet werden .....	15
Tabelle 1-4	Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente, die im NAR betrachtet werden .....	18
Tabelle 1-5	Zwischenlager für radioaktiver Abfälle, die im NAR betrachtet werden .....	19
Tabelle 1-6	Anlagen in der Stilllegung, die im NAR betrachtet werden .....	20
Tabelle 2-1	Gestaffelte Nachweisführung für das Ereignis Erdbeben (aus /FAK 16/) .....	31
Tabelle 3-1	Prüfgegenstände und Prüfintervalle für WKP nach KTA 2101.1 /KTA 15/ (Seiten 15 – 17, Tabelle 7-2) .....	138

## Abkürzungen

AFR	Arbeitsgemeinschaft der deutschen Forschungsreaktoren
AKR	Ausbildungskernreaktor
ANF	Advanced Nuclear Fuels GmbH
AtG	Atomgesetz
AVR	Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH
AZA	Abfall-Zwischenlager Ahaus
AZB	Abfall-Zwischenlager Biblis
AZG	Abfall-Zwischenlager Gorleben
AZN	Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim
AZO	Abfall-Zwischenlager Obrigheim
AZP	Abfall-Zwischenlager Philippsburg
AZR	Abfall-Zwischenlager Grafenrheinfeld
AZS	Abfall-Zwischenlager Stade
AZU	Abfall-Zwischenlager Unterweser
AZW	Abfall-Zwischenlager Würgassen
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BER II	Berliner Experimentier-Reaktor II
BetrSichV	Betriebssicherheitsverordnung
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BFL	Brennelement-Fertigungsanlage Lingen
BGZ	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH
BHB	Betriebshandbuch
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BZA	Brennelemente-Zwischenlager Ahaus
BZB	Brennelemente-Zwischenlager Biblis
BZD	Brennelemente-Zwischenlager Grohnde
BZF	Brennelemente-Zwischenlager Brokdorf
BZG	Brennelemente-Zwischenlager Gorleben
BZI	Brennelemente-Zwischenlager Isar
BZK	Brennelemente-Zwischenlager Krümmel
BZL	Brennelemente-Zwischenlager Lingen
BZM	Brennelemente-Zwischenlager Gundremmingen
BZN	Brennelemente-Zwischenlager Neckarwestheim



BZP	Brennelemente-Zwischenlager Philippsburg
BZR	Brennelemente-Zwischenlager Grafenrheinfeld
BZU	Brennelemente-Zwischenlager Unterweser
CDF	Core Damage Frequency (Deutsch: Kernschadenshäufigkeit)
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DWR	Druckwasserreaktor
EB	Entsorgungsbetriebe
EC	European Commission
EN	European Norm
EnBW	EnBW Energie Baden-Württemberg AG
EnKK	EnBW Kernkraft GmbH
ENSREG	European Nuclear Safety Regulators Group
ESK	Entsorgungskommission
EU	European Union
EWN	EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH
FHA	Fire Hazard Analysis (Deutsch: Brandgefahrenanalyse)
FRJ	Forschungsreaktor Jülich
FRM II	Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz
FR MZ	Forschungsreaktor Mainz
FwDV	Feuerwehrdienstvorschrift
GG	Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland
GKN	Kernkraftwerk Neckarwestheim
GMA	Gefahrenmeldeanlage
GNR	Gesellschaft für nukleares Reststoffrecycling mbH
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH
HAW	High Active Waste
IAEA	International Atomic Energy Agency
JEN	JEN Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KIT CN	Karlsruher Institut für Technologie Campus Nord
KKE	Kernkraftwerk Emsland
KKI	Kernkraftwerk Isar
KKP	Kernkraftwerk Philippsburg
KKW	Kernkraftwerk
KNK	Kompakte natriumgekühlte Kernreaktoranlage
KRB	Kernkraftwerk Gundremmingen
KTA	Kerntechnischer Ausschuss

KTE	Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH
KWB	Kernkraftwerk Biblis
KWG	Kernkraftwerk Grohnde
KWU	Kraftwerk Union AG
LüAR	Lüftungsanlagen-Richtlinie
ME	Meldepflichtiges Ereignis
MIndBauRL	Muster-Industriebau-Richtlinie
NAR	National Assessment Report
NSD	Nuclear Safety Directive
OSART	Operational Safety Review Team (IAEA programme)
PKA	Pilotkonditionierungsanlage Gorleben
PSA	Probabilistische Sicherheitsanalyse, Teil der PSÜ
PSÜ	Periodische Sicherheitsüberprüfung
RBZ	Reststoffbearbeitungszentrum
RESA	Reaktorschnellabschaltung
RHWG	Reactor Harmonisation Working Group
RR	Research Reactor
RRFM	Research Reactor Fuel Management (Europäische Forschungsreaktorkonferenz)
RROG	Research Reactor Operators Group (Betreiberorganisation der europäischen Forschungsreaktoren)
RS Handbuch	Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz
RSK	Reaktorsicherheitskommission
RWA	Rauch- und Wärmeabfuhr
RWE	RWE Power AG
SRL	Safety Reference Level
SSC	Structures, Systems and Components
SSK	Strahlenschutzkommission
StrISchG	Strahlenschutzgesetz
StrISchV	Strahlenschutzverordnung
SÜ	Sicherheitsüberprüfung
SUR	Siemens Unterrichtsreaktor
SWR	Siedewasserreaktor
SZB	Standort-Zwischenlager Brunsbüttel (Brennelemente-Zwischenlager)
ToR	Terms of References
TPR	Topical Peer Review
TUM	Technische Universität München
UAG	Urananreicherungsanlage Gronau

USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VDE	Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.
VdS	VdS Schadenverhütung GmbH
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
VENE	Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH
VGBE	Internationaler Fachverband für die Erzeugung und Speicherung von Strom und Wärme e.V.
WAK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
WKP	Wiederkehrende Prüfung
WGWD	Working Group on Waste and Decommissioning
WLN	Weiterleitungsnachricht der GRS (nicht öffentlich)
ZLN	Zwischenlager Nord

## Kurzfassung

Das kerntechnische Regelwerk, welches den Bewertungsmaßstab für die Arbeit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörden in Deutschland bildet, ergänzt das bestehende konventionelle Brandschutzregelwerk in erforderlicher Weise.

Das deutsche kerntechnische Regelwerk wird regelmäßig, auch auf Basis internationaler Standards und Erkenntnisse aktualisiert. Die deutschen Betreiber tauschen sich untereinander in eigenen Arbeitskreisen und Fachgremien zum Thema Brandsicherheit aus.

Die in Deutschland betriebenen kerntechnischen Anlagen werden im Bereich der Brandsicherheit fortlaufend an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst. Die Betriebserfahrung für die deutschen Anlagen bestätigt die Wirksamkeit der Brandsicherheit in deutschen Anlagen.

Durch die praktizierte Vorgehensweise im Rahmen der nachfolgend beschriebenen Brandsicherheitsanalysen sowie Brandschutzkonzepte ist für die deutschen kerntechnischen Anlagen gewährleistet, dass das hohe Sicherheitsniveau der Anlagen erhalten bleibt.

## Vorwort

Deutschland ist gemäß Artikel 8e der Richtlinie 2014/87/EURATOM zur Änderung der Richtlinie 2009/71/EURATOM (Nuclear Safety Directive – NSD) /EU 14/ sowie § 24b AtG /ATG 22/ verpflichtet, alle sechs Jahre die nukleare Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen anhand eines im Voraus festgelegten fachspezifischen Themas zu überprüfen (sogenannter „Topical Peer Review“ – TPR). Der erste TPR (TPR I) fand in den Jahren 2017/18 zum Thema „Ageing Management“ für Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren statt. Der zweite TPR (TPR II) ist für den Zeitraum 2023/24 vorgesehen. Die European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG) hat sich in ihrer 41. Sitzung im November 2020 auf „Fire Protection“ als Thema des TPR II verständigt. Im Nachgang der Sitzung wurde konkretisiert, dass unter dem Thema auch Aspekte der „Fire Prevention“ zu berücksichtigen sind.

Die materiellen Anforderungen, die im Rahmen des TPR II abgeprüft werden, sind in den sogenannten „Technical Specification“ /WEN 22/ aufgeführt.

Das Peer Review wird in mehreren Schritten durchgeführt. Die relevanten Ergebnisse werden anschließend veröffentlicht. Vorgesehen ist der folgende Ablauf:

- Die EU-Mitgliedstaaten sind zur Durchführung einer nationalen Selbstbewertung verpflichtet, über die in sogenannten „National Assessment Reports (NAR)“ Rechenschaft abzulegen ist. Weitere Staaten können auf freiwilliger Basis an dem TPR teilnehmen. Der vorliegende Bericht stellt den NAR der deutschen Selbstbewertung für den TPR II dar.
- Die Mitgliedsstaaten und die Europäische Kommission als Beobachter führen ein Peer Review der nationalen Selbstbewertungen der anderen Mitgliedsstaaten durch.
- Sofern nötig, werden Folgemaßnahmen vereinbart.

In der 42. ENSREG-Sitzung im März 2021 wurde dem seitens WENRA vorgeschlagenen Anwendungsbereich (Scope) des TPR II durch ENSREG zugestimmt. Im Grundsatz sollen alle kerntechnischen Einrichtungen, die unter die NSD /EU 14/ fallen, im TPR II Berücksichtigung finden, darunter im Gegensatz zum TPR I neben Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren nun auch Anreicherungsanlagen, Anlagen zur Kernbrennstoffherstellung, Wiederaufarbeitungsanlagen, Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente sowie standortnahe Abfall-Zwischenlager.

# 1 Basisinformationen

## 1.1 Identifikation der kerntechnischen Einrichtungen

Nachfolgend wird zunächst übergeordnet beschrieben, welche kerntechnischen Einrichtungen unter die NSD /EU 14/ fallen und für eine Betrachtung im TPR II in Frage kommen. Anschließend wird die nationale Auswahl gemäß Terms of Reference für den TPR II beschrieben. Eine vollständige Liste aller kerntechnischen Anlagen befindet sich in Anhang A1.

### 1.1.1 Zu betrachtende kerntechnische Einrichtungen

#### 1.1.1.1 Kernkraftwerke

Am 15. April 2023 ist Deutschland aus der Nutzung der Kernenergie zur Stromerzeugung ausgestiegen. Nach § 7 Absatz 1 des AtG werden keine Genehmigungen für den Bau von Kernkraftwerken mehr erteilt.

In Deutschland waren insgesamt 33 Kernkraftwerke einschließlich Prototyp- und Demonstrationsanlagen in Betrieb. Zuletzt befanden sich drei Kernkraftwerke (KKW) mit Druckwasserreaktoren (DWR) des Typs Konvoi an drei Standorten im Leistungsbetrieb.

Wie im Atomgesetz festgelegt, ist die Berechtigung zum Leistungsbetrieb der letzten drei Kernkraftwerke – Neckarwestheim, Block 2, Isar, Block 2 und Emsland – am 15. April 2023 ausgelaufen. Das bedeutet, dass alle Kernkraftwerke formal im TPR II unter die in Stilllegung befindlichen Anlagen fallen würden. In sechs Kernkraftwerken befindet sich noch Kernbrennstoff im jeweiligen Brennelementlagerbecken.

Da die Brandschutzmaßnahmen nicht sofort mit dem Abschalten reduziert werden, umfasst dieser Bericht auch die Beschreibung der vollumfänglichen Brandsicherheit von Kernkraftwerken im Leistungsbetrieb bzw. kurz nach der endgültigen Abschaltung.

#### 1.1.1.2 Forschungsreaktoren

In Deutschland werden sechs Forschungsreaktoren mit einer thermischen Leistung zwischen 100 mW und 20 MW betrieben. Die Genehmigungsinhaber sind öffentliche oder staatlich geförderte Universitäten oder Forschungseinrichtungen. Zwei dieser Reaktoren mit einer thermischen Leistung von 100 kW und 20 MW (FR MZ, FRM II) werden als Neutronenquellen für die Forschung betrieben. Die anderen vier Forschungsreaktoren sind Ausbildungsreaktoren mit einer thermischen Leistung von 100 mW (SUR, Siemens Unterrichtsreaktor) bzw. 2 W (AKR-2, Ausbildungskernreaktor der TU Dresden) für die praktische Ausbildung in den Bereichen Reaktorphysik und Strahlenschutz an den Hochschulen Furtwangen, Stuttgart, Ulm und der Technischen Universität Dresden. Diese vier gehören zu den homogenen Nullleistungsreaktoren. Daneben befinden sich in Deutschland sechs Forschungsreaktoren in Stilllegung, die kernbrennstofffrei sind. Drei weitere Forschungsreaktoren sind endgültig abgeschaltet. In einem davon befinden sich noch Brennelemente.

Gemäß der Technical Specification des zweiten TPR (TPR II) /WEN 22/ müssen Forschungsreaktoren, wie sie in den Safety Reference Levels for Existing Research Reactors der WENRA /WEN 21/ definiert sind (d. h. Forschungsreaktoren mit Ausnahme von kritischen und subkritischen Anordnungen, homogenen Nullleistungsreaktoren und beschleunigerbetriebenen Systemen), bei den Topical Peer Reviews und damit für den NAR berücksichtigt werden.

### **1.1.1.3 Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

In Deutschland befinden sich zwei Anlagen des Brennstoffkreislaufs in Betrieb. Eine Urananreicherungsanlage (UAG) wird in Gronau (Westf.) von Urenco betrieben. Die Anlage nahm ihren Betrieb 1985 auf und verfügt über eine unbefristete Betriebsgenehmigung. Im Produktionsablauf wird gasförmiges Uranhexafluorid mithilfe von Kaskaden von Gaszentrifugen angereichert. Der genehmigte maximale Anreicherungsgrad beträgt 6 Gew.-% Uran 235.

Eine Brennelement-Fertigungsanlage (BFL) von Framatome befindet sich in Lingen und wird von der Advanced Nuclear Fuels GmbH (ANF) betrieben. Die Anlage nahm die Produktion von Brennelementen für Leichtwasserreaktoren 1979 auf und besitzt eine unbefristete Betriebserlaubnis. Im Jahr 1991 wurde das Verfahren der Trockenkonversion eingeführt, um angereichertes Uranhexafluorid in Urandioxidpulver und -pellets umzuwandeln. Der maximale Anreicherungsgrad des produzierten Brennstoffes ist auf 5 % begrenzt.

In Karlsruhe befindet sich die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK), die in den 1960er Jahren als Pilotanlage für eine spätere kommerzielle Wiederaufarbeitung errichtet wurde und sich derzeit in der Stilllegung befindet. Am Standort wurde eine Verglasungseinrichtung (VEK) errichtet, die dazu diente, die hochradioaktiven Betriebsabfälle der WAK zu endlagerfähigen verglasten Abfällen zu verfestigen.

### **1.1.1.4 Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente**

Bestrahlte Brennelemente werden in Deutschland sowohl in zentralen als auch in dezentralen Zwischenlagern aufbewahrt.

Die zentralen Zwischenlager sind als Trockenlager für die Lagerung von bestrahlten Brennelementen in Transport- und Lagerbehältern ausgelegt. Sie umfassen das Brennelemente-Zwischenlager Gorleben (BZG), das Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (BZA) und das Zwischenlager Nord (ZLN) in Rubenow. Hinzu kommt das AVR-Behälterlager in Jülich.

Das BZG hat die Genehmigung zur Lagerung von Kernbrennstoffen in Form von bestrahlten Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren sowie von HAW-Glaskokillen (verglaste hochradioaktive Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung deutscher Brennelemente). Eine weitere Einlagerung von HAW-Glaskokillen ist nach dem Atomgesetz nicht vorgesehen.

Gemäß der erteilten Genehmigung dürfen im BZA bestrahlte Brennelemente aus verschiedenen deutschen Kernkraftwerken gelagert werden. Darüber hinaus ist auch die Lagerung von bestrahlten Brennelementen aus Versuchs-, Demonstrations- und Forschungsreaktoren in verschiedenen Behältertypen genehmigt. Es ist geplant, das BZA für die bestrahlten Brennelemente der noch in Betrieb befindlichen und der in der Stilllegung befindlichen Forschungsreaktoren zu nutzen.

Gemäß der 8. Änderungsgenehmigung vom 21. Juli 2016 ist im BZA auch die geplante Lagerung von bestrahlten Brennelementen des Versuchsreaktors der ehemaligen Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (AVR) in 152 Transport- und Lagerbehältern genehmigt. Diese Behälter befinden sich derzeit im AVR-Behälterlager in Jülich.

Im ZLN befinden sich derzeit neben den bestrahlten Brennelementen aus den Reaktoren sowjetischer Bauart in Rheinsberg und Greifswald auch bestrahlte und unbestrahlte Brennelemente aus der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK II), aus dem Nuklearschiff Otto Hahn sowie Glaskokillen mit hochradioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK). Am 29. Mai 2019 hat der Betreiber aufgrund der seit 2011 verschärften Sicherheitsanforderungen für die Lagerung von Kernbrennstoffen einen Antrag auf eine Genehmigung für die Lagerung der 74 CASTOR®-Behälter in einem neuen Gebäude gestellt.

Neben den oben genannten Lagern werden bestrahlte Brennelemente auch im AVR-Behälterlager in Jülich gelagert. Hier werden die bestrahlten Brennstoffkugeln aus dem Betrieb des Versuchsreaktors der ehemaligen Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH (AVR) in 152 Transport- und Lagerbehältern gelagert. Die Einlagerung erfolgt derzeit auf der Grundlage von Anordnungen der zuständigen Aufsichtsbehörde des Landes Nordrhein-Westfalen; zuletzt wurde eine Anordnung zur Auslagerung der Kernbrennstoffe aus dem AVR-Behälterlager erlassen. Hierzu verfolgt die Jülicher Entsorgungsgesellschaft für Nuklearanlagen mbH (JEN) zwei Optionen, den Transport der AVR-Brennelemente in das Brennelemente-Zwischenlager Ahaus (BZA) oder den Neubau eines Zwischenlagers am Standort Jülich. Parallel zu den Räumungsoptionen versucht JEN eine zumindest befristete Genehmigung (Antrag auf neun Jahre) des bestehenden Zwischenlagers zu erlangen.

Die dezentralen Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente wurden an den nachfolgend genannten zwölf Kernkraftwerksstandorten errichtet:

- Standort Biblis (BZB),
- Standort Brokdorf (BZF),
- Standort Brunsbüttel (SZB),
- Standort Grafenrheinfeld (BZR),
- Standort Grohnde (BZD),
- Standort Gundremmingen (BZM),
- Standort Isar (BZI),
- Standort Krümmel (BZK),
- Standort Lingen (BZL),
- Standort Neckarwestheim (BZN),
- Standort Philippsburg (BZP),
- Standort Unterweser (BZU).

Sie sind als Trockenlager mit passiver Luftkonvektionskühlung ausgelegt, in denen hauptsächlich mit bestrahlten Brennelementen oder radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung beladene Transport- und Lagerbehälter eingelagert werden. Die Schutzwirkung im bestimmungsgemäßen Be-



trieb und für unterschiedliche Störfallbedingungen wurde im Genehmigungsverfahren für eine Einlagerungsdauer von mindestens 40 Jahren nachgewiesen. Daher sind die Genehmigungen für die Lagerung derzeit auf 40 Jahre begrenzt, beginnend mit der Einlagerung des ersten Behälters.

#### **1.1.1.5 Zwischenlager für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Zwischenlager für radioaktive Abfälle sind gemäß dem Anwendungsbereich des TPR II (siehe Kapitel 00.3 der Technical Specification /WEN 22/) nur dann zu berücksichtigen, wenn sie am gleichen Standort und in direktem Zusammenhang mit einer kerntechnischen Einrichtung aus einem der oben genannten Einrichtungstypen betrieben werden.

Für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung stehen an verschiedenen Standorten von Kernkraftwerken und anderer kerntechnischer Anlagen eigenständige Anlagen für die Zwischenlagerung der vor Ort anfallenden radioaktiven Abfälle zur Verfügung. Diese werden untenstehend aufgeführt. Lagerbereiche und -einrichtungen, die unter der Genehmigung der Kernkraftwerke am Standort betrieben werden und deren Brandschutz im Rahmen dieser Genehmigung umgesetzt wird, fallen unter die jeweiligen Ausführungen zu den entsprechenden Kernkraftwerken. Analog gilt dies auch für andere kerntechnische Anlagen, die über Einrichtungen, Bereiche oder Flächen zur Puffer- und Zwischenlagerung verfügen.

Zu den zentralen Zwischenlagern im Geltungsbereich des TPR II zählen:

- Abfall-Zwischenlager Gorleben (AZG),
- Abfall-Zwischenlager Ahaus (AZA),
- Abfall-Zwischenlager Unterweser 1 und 2 (AZU 1 und AZU 2)
- Zwischenlager Nord (ZLN), Rubenow und
- Entsorgungsbetriebe, Karlsruhe.

An den Standorten von Kernkraftwerken gibt es folgende Abfall-Zwischenlager, die im Zusammenhang mit einer kerntechnischen Anlage, aber mit einer eigenständigen Genehmigung betrieben werden und in den Geltungsbereich des TPR II fallen:

- Abfall-Zwischenlager Biblis 1 und 2 (AZB 1 und AZB 2),
- Abfall-Zwischenlager Grafenrheinfeld (AZR),
- Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim (AZN),
- Abfall-Zwischenlager Obrigheim (AZO),
- Abfall-Zwischenlager Philippsburg (AZP),
- Abfall-Zwischenlager Stade (AZS) und
- Abfall-Zwischenlager Würiggassen (AZW).

Darüber hinaus sind im Einzelnen Lagerbereiche von Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente auch für die Aufbewahrung von radioaktiven Abfällen genehmigt, wie dies im Zwischenlager Biblis und im Zwischenlager Ahaus der Fall ist. Diese Einrichtungen sind bereits in Abschnitt 1.1.1.4 in der Auflistung der Anlagen enthalten und werden auch nachfolgend als Teil dieser Anlagen behandelt.

Zur Aufnahme und Lagerung radioaktiver Abfälle aus Forschung, Industrie und Medizin betreiben die deutschen Bundesländer die Landessammelstellen. Diese fallen nicht per se in den Wirkungsbereich der NSD /EU 14/ und damit des TPR II, wie oben begründet. Vier Landessammelstellen werden am gleichen Standort wie andere unter den TPR II fallende kerntechnische Einrichtungen betrieben. Diese sind:

- die Landessammelstelle von Baden-Württemberg in Karlsruhe,
- die Landessammelstelle von Berlin,
- die Landessammelstelle von Mecklenburg-Vorpommern (und Brandenburg) in Rubenow und
- die Landessammelstelle von Nordrhein-Westfalen (und Niedersachsen) in Jülich.

#### **1.1.1.6 Anlagen in der Stilllegung**

In Karlsruhe wurde eine Wiederaufarbeitungsanlage (WAK) unter der Führung des ansässigen Forschungszentrums errichtet und 1971 in Betrieb genommen. Die Anlage wurde als Pilotprojekt konzipiert, um Informationen und Erkenntnisse zur Planung, Errichtung und Betrieb einer industriellen Wiederaufarbeitungsanlage zu gewinnen. Die Anlage ist eine kerntechnische Anlage im Sinne des § 7 des AtG /ATG 22/ und befindet sich seit 1990 in Stilllegung und Abbau. Im Prozessgebäude der WAK sind alle verfahrenstechnischen Komponenten entfernt und damit der Großteil der Aktivität. In den übrigen Anlagen der WAK sind die Systeme entleert und teilweise abgebaut bzw. befinden sich im Abbau. Es erfolgen nur noch Dekontaminationsmaßnahmen sowie der Ausbau von Rohrleitungsdurchführungen und wenigen Resteinrichtungen. Somit ist auch der Großteil aller Brandlasten entfernt.

Mit dem Betrieb der Anlage sind 60 m<sup>3</sup> hochradioaktiver Spaltproduktlösung entstanden. Dieser hochradioaktive Abfall wurde zwischen September 2009 und Juni 2010 in der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) verglast. Die VEK wurde zwischen 1999 und 2005 nur für diesen Zweck errichtet. Als Ergebnis der Aktivitäten entstanden 140 Kokillen mit verglastem hochradioaktivem Abfall, welche in fünf CASTOR® HAW 20/28 CG verpackt und zum ZLN transportiert wurden. Seit dem Ende des Betriebs befindet sich die VEK ebenfalls im Abbau. In der VEK werden noch mittel- und schwachaktive Stoffe gehandhabt.

Weitere endgültig abgeschaltete bzw. in Stilllegung befindliche Anlagen werden in den anlagenspezifischen Kapiteln betrachtet.

#### **1.1.2 Nationale Auswahl der Anlagen für den TPR II und deren Begründung**

Bereits während der Vorbereitung des TPR II wählte jeder teilnehmende Mitgliedsstaat die Anlagen aus, die der Überprüfung im TPR II unterliegen sollen. Die teilnehmenden Länder ermittelten sogenannte „qualified installations“, d. h. Anlagen im Anwendungsbereich des TPR II (siehe /WEN 22/). Aufgrund der großen Anzahl der „qualified installations“ wurde von den Mitgliedstaaten jeweils eine „nationale Auswahl“ gemäß den nachstehenden Empfehlungen in /WEN 22/ getroffen:

- Die nationale Auswahl der „candidate installations“ sollte mindestens eine Anlage jeder in der NSD /EU 14/ behandelten Kategorie umfassen, sofern sie in dem teilnehmenden Land vorhanden ist und im Brandfall ein erhebliches radiologisches Risiko darstellen kann. Die „candidate

installations“ sind damit repräsentativ für die anderen „qualified installations“, die nicht näher in der Selbstbewertung betrachtet werden, den sogenannten „represented installations“.

- Die Stichprobe soll für die verschiedenen Arten von Anlagen und Technologien repräsentativ sein.
- Bei der Auswahl der in Frage kommenden Anlagen sollte auf Ähnlichkeiten im Hinblick auf das angewandte Brandschutzkonzept geachtet werden.

Die ursprüngliche Auswahl wurde dann durch einen iterativen Austausch in der WENRA TPR-Arbeitsgruppe präzisiert. Bei den Iterationen wurden folgende Kriterien beachtet:

- Sicherstellung, dass die verschiedenen Anlagentypen und Technologien (innerhalb jedes Anlagentyps) repräsentiert sind,
- Sicherstellung, dass bei einer Gruppierung von Anlagen innerhalb jedes Typs die potenziellen Brandschutzgefahren und -risiken (einschließlich des Inventars und des Zustands bzw. der Mobilität der radioaktiven Stoffe) sowie die Variabilität bei der Art der umgesetzten Brandschutzkonzepte gebührend berücksichtigt wurden (d. h. die ausgewählten Anlagen werden für umgesetzte ähnlichen Konzepte repräsentativ sein),
- Sicherstellung, dass die dem TPR II-Board vorgelegte endgültige Liste der in Frage kommenden Anlagen dazu führt, dass alle „represented installations“ übertragbare Erkenntnisse aus den gemeldeten Anlagen erhalten,
- Sicherstellung, dass alle teilnehmenden Länder im richtigen Verhältnis zu ihren kerntechnischen Anlagen in den Umfang des TPR II einbezogen werden.

Es gibt drei Möglichkeiten, die Auswahl der „candidate installations“ zu treffen:

- durch Gruppierung von Anlagen mit ähnlichen Merkmalen,
- durch das koordinierte Auswahlverfahren, welches in Anhang 4 von /WEN 22/ beschrieben ist,
- durch eine Kombination von beidem.

Die Liste der vorgeschlagenen „candidate installations“ wurde vom TPR-Board geprüft und kommentiert und ENSREG vorgelegt. Die Auswahl der Anlagen für den gesamten TPR II ist eine Kombination aus den von den Aufsichtsbehörden vorgeschlagenen nationalen Auswahlen, um eine aussagekräftige gegenseitige Prüfung zu ermöglichen.

### **1.1.2.1 Kernkraftwerke**

Zunächst wird im Sinne der „candidate installations“ der Brandschutz der drei letzten, in Deutschland im Leistungsbetrieb befindlichen Kernkraftwerke vom Typ Konvoi beschrieben.

Darauf aufbauend werden die brandschutztechnischen Änderungen im Rückbau beschrieben. So wird der abgestufte Ansatz gut dargestellt und der Brandschutz aller deutschen Kernkraftwerke sowohl im Leistungsbetrieb als auch im Rückbau im Sinne des TPR II repräsentiert.

Mit Brennelementfreiheit sinkt das radiologische Risiko durch Brand auf ein nicht mehr signifikantes Maß, sodass diese Anlagen entsprechend der Vorgaben der Technical Specification /WEN 22/ nicht

weiter in diesem nationalen Bericht betrachtet werden müssen, dennoch werden an verschiedenen Stellen dazu weitere Ausführungen gemacht.

### **1.1.2.2 Forschungsreaktoren**

Im Auswahlverfahren in /WEN 22/ wurden nach den Kriterien der Technical Specification alle zu berücksichtigende Forschungsreaktoren (siehe Tabelle 1-2) als „candidate installations“ ausgewählt. Wie in Abschnitt 1.1.1.2 erläutert, sind dies:

- der Schwimmbad-Forschungsreaktor FRM II mit einer thermischen Leistung von 20 MW<sub>th</sub> als „candidate research reactor“ mit höherem Risikopotenzial,
- der Forschungsreaktor FR MZ vom Typ TRIGA Mark II mit einer thermischen Leistung von 0,1 MW<sub>th</sub> als „candidate research reactor“ mit geringem Risikopotenzial.

Da die Brandschutzmaßnahmen nicht sofort mit dem Abschalten reduziert werden, umfassen diese Anlagen auch den endgültig abgeschalteten Forschungsreaktor mit Brennelementen. Mit Brennelementefreiheit sinkt das radiologische Risiko durch Brand auf ein nicht mehr signifikantes Maß, sodass diese Forschungsreaktoren entsprechend der Vorgaben der Technical Specification /WEN 22/ nicht weiter in diesem nationalen Bericht betrachtet werden müssen. Ausführungen zu möglichen Reduzierungen der Anforderungen, die zu Kernkraftwerken nach Kernbrennstofffreiheit in diesem Bericht gemacht werden, gelten analog.

### **1.1.2.3 Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

In Deutschland existieren pro Anlagentyp der im TPR II zu behandelnden Anlagen des Brennstoffkreislaufs (Urananreicherungsanlage, Brennelement-Fertigungsanlage und Wiederaufarbeitungsanlage) mit der UAG, BFL und WAK jeweils eine Anlage, welche allesamt aus diesem Grund im TPR II betrachtet werden. Die WAK wird im weiteren Verlauf des NAR aufgrund des seit 1990 stattfindenden Rückbaus zusammen mit der VEK als Anlage in Stilllegung behandelt (vgl. Abschnitt 1.1.2.6).

### **1.1.2.4 Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente**

Wie in Abschnitt 1.1.1.4 beschrieben, werden in der Bundesrepublik Deutschland bestrahlte Brennelemente sowohl in zentralen Zwischenlagern als auch in dezentralen Standortzwischenlagern aufbewahrt. Ziel der Anlagenauswahl für den TPR II war es, eine für dieses Konzept repräsentative Auswahl zu treffen. Es wurde deswegen ein zentrales sowie ein dezentrales Brennelemente-Zwischenlager für die Betrachtung im TPR II ausgewählt:

Als zentrales Brennelemente-Zwischenlager wurde das ZLN ausgewählt. Es ist nach der eingelagerten Nettomasse in Form bestrahlter Brennelemente das größte der zentralen Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente in Deutschland und damit repräsentativ für die anderen zentralen Zwischenlager.

Die dezentralen Zwischenlager an den Standorten der Leistungsreaktoren verfolgen das Konzept der trockenen Behälterlagerung. Untereinander weisen sie eine für brandschutzrelevante Fragen

vernachlässigbare Varianz auf, so dass die Betrachtung einer Einzelanlage hier als abdeckend angesehen wird. Im Rahmen des TPR II wird exemplarisch das Brennelemente-Zwischenlager Biblis (BZB) betrachtet.

Detaillierte Informationen zu den beiden Anlagen finden sich in Abschnitt 1.1.3.4.

### **1.1.2.5 Zwischenlager für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Da Anlagen für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland untereinander eine nur geringe Variabilität und zudem im Fall eines Brandes ein nur geringes Risikopotenzial aufweisen, werden von den für den TPR II in Frage kommenden Anlagen (siehe Abschnitt 1.1.1.5) exemplarisch für die zentralen Abfall-Zwischenlager das Abfalllager am ZLN und für die dezentralen Zwischenlager die Abfall-Zwischenlager am Standort Biblis (AZB 1 und AZB 2) betrachtet. Weitere Informationen zu den Anlagen finden sich in Abschnitt 1.1.3.5.

Darüber hinaus sei darauf verwiesen, dass im Rahmen der Darstellung anderer kerntechnischer Anlagen die dort genehmigte und vorgenommene Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle ebenfalls unter die diesbezüglichen Betrachtungen fällt: dies betrifft insbesondere die UAG in Gronau, die BFL der ANF in Lingen sowie die Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren. Durch die getroffene Auswahl wird die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland, soweit sie in den Geltungsbereich der NSD fällt, somit umfassend abgedeckt.

### **1.1.2.6 Anlagen in der Stilllegung**

Gemäß der Technical Specification zum TPR II /WEN 22/ sind insbesondere solche Anlagen in Stilllegung mit erheblichem radiologischem Risiko durch Brand zu betrachten. Dies sind in Deutschland insbesondere Anlagen, die noch nicht brennelementefrei sind. Diese werden bereits durch die in den Abschnitten 1.1.2.1 und 1.1.2.2 getroffene Auswahl abgedeckt.

Darüber hinaus stellt die WAK samt VEK gemäß der Technical Specification des TPR II /WEN 22/ eine Anlage dar, in der die Rückbauaktivitäten noch nicht abgeschlossen sind und in der der Ausbruch eines Brandes zu radiologischen Risiken oder Konsequenzen für die Arbeiter, die Öffentlichkeit oder die Umwelt führen könnte.

## **1.1.3 Wesentliche Parameter für jede Anlage**

### **1.1.3.1 Kernkraftwerke**

In Deutschland gab es bis zum 15. April 2023 noch drei im Leistungsbetrieb befindliche Kernkraftwerksblöcke und vier weitere Kernkraftwerksblöcke, die noch nicht brennelementefrei waren. In der nachfolgenden Tabelle 1-1 sind die wesentlichen Parameter gemäß der Technical Specification des TPR II /WEN 22/ angegeben. Die Standorte der Kernkraftwerke, die im NAR betrachtet werden, sind Abbildung 1-1 zu entnehmen.

**Tabelle 1-1** Kernkraftwerke, die im NAR betrachtet werden

<b>Kernkraftwerk</b> Standort Weitere Anlagen am Standort	<b>a) Genehmigungsinhaber</b> <b>b) Hersteller</b> <b>c) Eigentümer (Gesellschafter)</b>	<b>Typ</b> <b>ggf. Leistung (brutto) [MW<sub>e</sub>]</b>	<b>Baulinie</b>	<b>a) Datum erste Teilgenehmigung</b> <b>b) Erstkritikalität</b> <b>c) Abschaltdatum</b>
1 <b>Neckarwestheim 2 (GKN II)</b> Neckarwestheim, Baden-Württemberg	a) EnBW Kernkraft (EnKK) b) KWU c) EnBW (62,41 %), TWS Kernkraft GmbH (37,59 %)	DWR 1400	4 Konvoi	a) 09.11.1982 b) 29.12.1988 c) 15.04.2023
	Weiterer KKW-Block (GKN I)	a) EnKK b) KWU c) EnBW (48,4 %), TWS Kernkraft GmbH (51,6 %)	DWR 840	2 a) 24.01.1972 b) 26.05.1976 c) 06.08.2011
	Reststoffbearbeitungszentrum (RBZ)	Gesellschaft für nukleares Reststoffrecycling mbH (GNR)		
	Brennelemente-Zwischenlager (BZN)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente	
	Abfall-Zwischenlager (AZN)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	2022 ---
2 <b>Isar 2 (KKI 2)</b> Essenbach, Bayern	a) PreussenElektra GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH 75 %, Stadtwerke München GmbH 25 %	DWR 1485	4 Konvoi	a) 12.07.1982 b) 15.01.1988 c) 15.04.2023
	Weiterer KKW-Block (KKI 1)	a) PreussenElektra GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH	SWR 912	69 a) 16.05.1972 b) 20.11.1977 c) 06.08.2011
	Brennelemente-Zwischenlager (BZI)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente	2007 2047
3 <b>Emsland (KKE)</b> Lingen, Niedersachsen	a) Kernkraftwerke Lippe-Ems b) KWU c) RWE Nuclear GmbH	DWR 1400	4 Konvoi	a) 04.08.1982 b) 14.04.1988 c) 15.04.2023
	Brennelemente-Zwischenlager (BZL)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente	2002 2042
4 <b>Gundremmingen C (KRB C)</b> Gundremmingen, Bayern	a) RWE Nuclear GmbH b) KWU c) RWE Nuclear GmbH	SWR 1344	72	a) 16.07.1976 b) 26.10.1984 c) 31.12.2021
	Weiterer KKW-Block KRB A	a) RWE Nuclear GmbH b) AEG/General Electric c) RWE Nuclear GmbH	SWR 250	a) b) 14.08.1966 c) 13.01.1977
	Weiterer KKW-Block KRB B	a) RWE Nuclear GmbH b) KWU c) RWE Nuclear GmbH	SWR 1344	72 a) 16.07.1976 b) 09.03.1984 c) 31.12.2017

Kernkraftwerk Standort Weitere Anlagen am Standort		a) Genehmigungsinhaber b) Hersteller c) Eigentümer (Gesellschafter)	Typ ggf. Leistung (brutto) [MW <sub>e</sub> ]	Baulinie	a) Datum erste Teilgenehmigung b) Erstkritikalität c) Abschaltdatum
	Brennelemente-Zwischenlager (BZM)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente		2006 2046
5	<b>Philippsburg 2<sup>1</sup> (KKP 2)</b> Philippsburg, Baden-Württemberg	a) EnBW Kernkraft (EnKK) b) KWU c) EnBW	DWR 1468	3	a) 06.07.1977 b) 13.12.1984 c) 31.12.2019
	Weiterer KKW-Block (KKP 1)	a) EnBW Kernkraft (EnKK) b) KWU c) EnBW	SWR 926	69	a) 06.07.1977 b) 09.03.1979 c) 06.08.2011
	Brennelemente-Zwischenlager (BZP)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente		2007 2047
	Abfall-Zwischenlager (AZP)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Zwischenlager für radioaktive Abfälle		2020 ---
	Reststoffbearbeitungszentrum (RBZ)	Gesellschaft für nukleares Reststoffrecycling mbH (GNR)			
6	<b>Grohnde (KWG)</b> Grohnde, Niedersachsen	a) PreussenElektra GmbH b) KWU c) PreussenElektra GmbH 83.3 %, Stadtwerke Bielefeld 16.7 %	DWR 1430	3	a) 08.06.1976 b) 01.09.1984 c) 31.12.2021
	Brennelemente-Zwischenlager (BZD)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente		2006 2046
7	<b>Brokdorf (KBR)</b> Brokdorf, Schleswig-Holstein	a) PreussenElektra GmbH b) KWU c) PreussenElektra 80 %, Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH 20 %	DWR 1480	3	a) 25.10.1976 b) 08.10.1986 c) 31.12.2021
	Brennelemente-Zwischenlager (BZF)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente		2007 2047

---

<sup>1</sup> Seit dem Frühjahr 2023 ist das KKP 2 brennelementefrei.

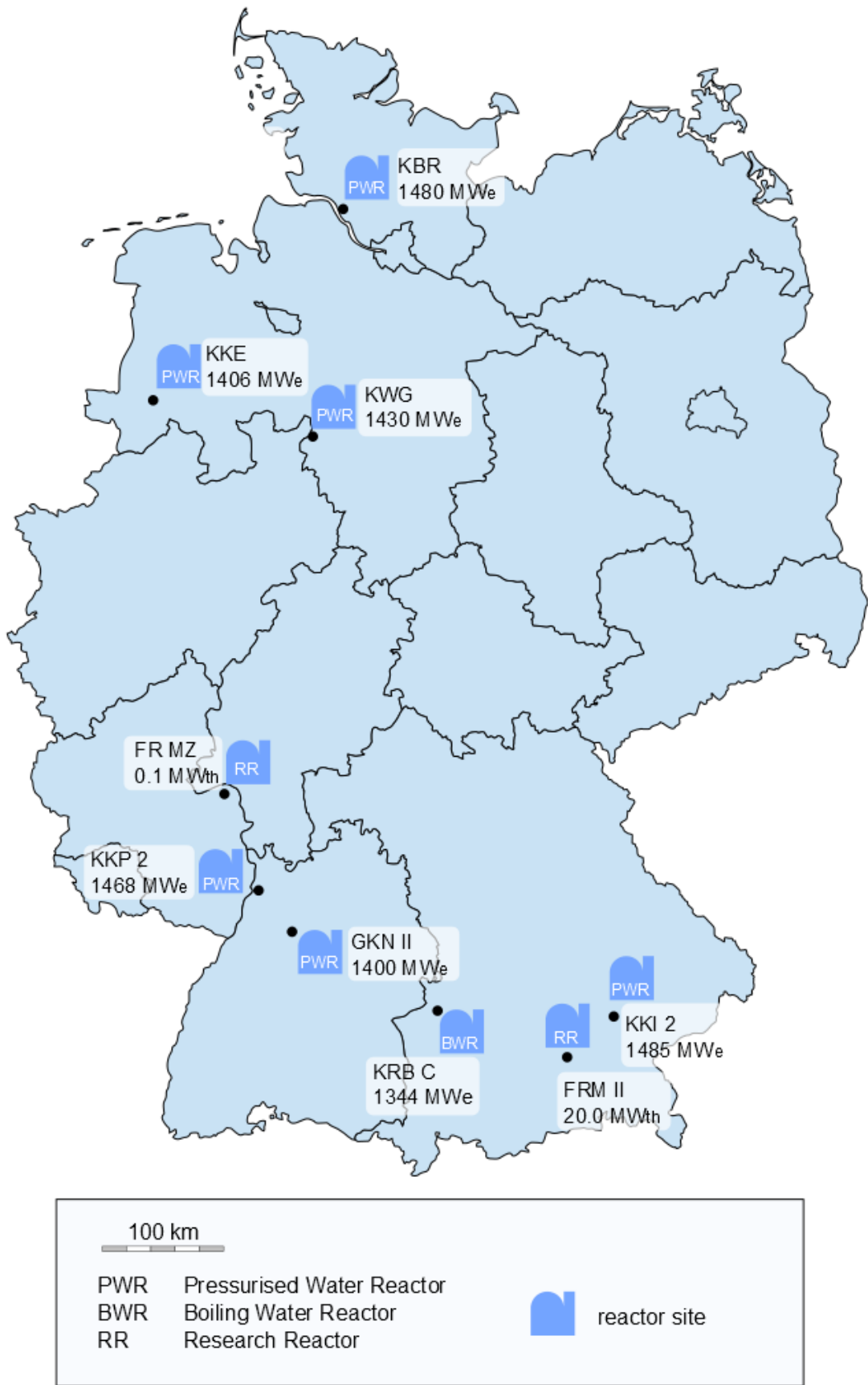


Abbildung 1-1 Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren, die im NAR betrachtet werden



### 1.1.3.2 Forschungsreaktoren

In der nachfolgenden Tabelle 1-2 sind die wesentlichen Parameter, wie sie in der Technical Specification des TPR II /WEN 22/ spezifiziert sind, für die in Abschnitt 1.1.2.2 genannten relevanten Anlagen angegeben. Die Lage der Forschungsreaktor-Standorte, die im NAR betrachtet werden, zeigt Abbildung 1-1.

**Tabelle 1-2** Forschungsreaktoren, die im NAR betrachtet werden

Forschungsreaktor Standort Weitere Anlagen am Standort		Genehmigungsinhaber	Reaktortyp Thermische Leistung [MW <sub>th</sub> ] Thermischer Neutronenfluss [cm <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ]	Erst-kritikalität
1	<b>FRM II</b> Garching, Bayern	Freistaat Bayern, Staatsministerium für Bildung und Kultur, Wissenschaft und Kunst, Technische Universität München	Schwimmbad (Tank in pool)/ Kompaktkern 20 8·10 <sup>14</sup>	02.03.2004
	FRM	Freistaat Bayern, Staatsministerium für Bildung und Kultur, Wissenschaft und Kunst, Technische Universität München	Schwimmbad (MTR) 4 4·10 <sup>13</sup>	31.10.1957 Stilllegungs- genehmigung 03.04.2014
2	<b>FR MZ</b> Mainz, Rheinland-Pfalz	Universität Mainz, Institut für Kernchemie	Schwimmbad/ TRIGA Mark II 0.1 4·10 <sup>12</sup>	03.08.1965

#### FR MZ

Der FR MZ befindet sich auf dem Campus der Johannes Gutenberg-Universität Mainz. An das Reaktorgebäude schließen sich die Laborgebäude der Kernchemie im Department Chemie an.

#### FRM II

Der FRM II befindet sich auf dem Campus der Technischen Universität (TUM) in Garching bei München. Nachbarinstitute in ca. 100 m Entfernung sind das Institut für Radiochemie und das Physik-Department. In bereits deutlich größerem Abstand schließen sich die Fakultäten für Maschinenwesen und Chemie an.

Hinsichtlich des Lagers für bestrahlte Brennelemente am FRM II gilt:

- Die Lagerung bestrahlter Brennelemente findet vollständig unter Wasser statt.
- Das Becken ist gegen Verlust von Wasser durch mehrere Barrieren geschützt. Eine Nachspeisung ist über verschiedene Pfade möglich.

Sonstige feste radioaktive Abfälle werden in vollständig mit automatischer Branderkennung überwachten Räumen gelagert. Flüssige schwach- und mittelaktive Abwässer befinden sich in Stahltanks

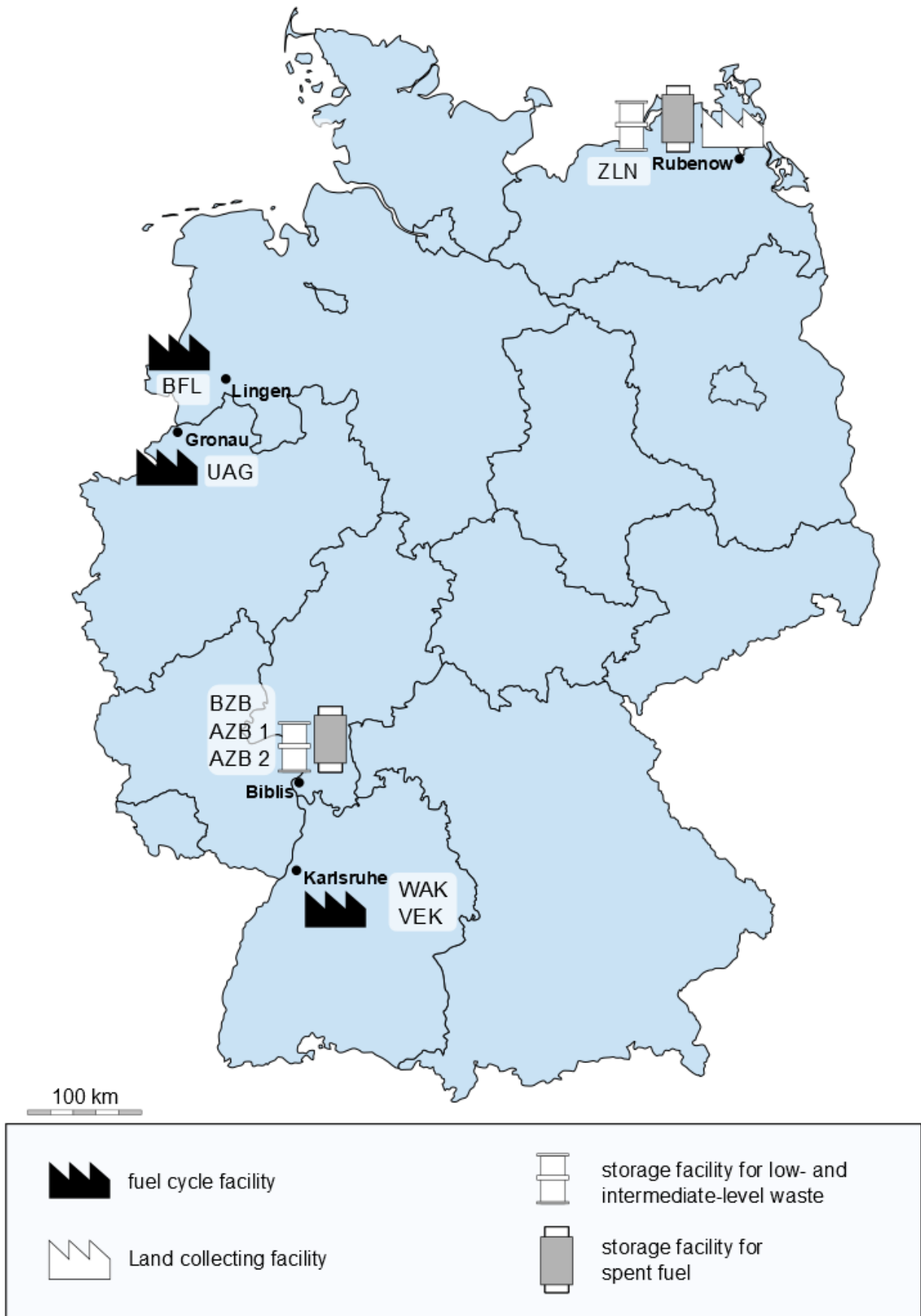
im Lager für flüssige radioaktive Abfälle. Auch dort ist die Branderkennung durch Brandmelder sichergestellt. Der sogenannte „Bereitstellungsraum für radioaktive Abfälle“ ist zusätzlich mit einer Sprühwasser-Löschanlage ausgestattet.

### 1.1.3.3 Anlagen des Brennstoffkreislaufs

Wie bereits beschrieben, existieren drei Anlagen des Brennstoffkreislaufs in Deutschland, wovon mit der Brennelementefabrik in Lingen (BFL) und der Urananreicherungsanlage in Gronau (UAG) zwei Anlagen in Betrieb sind und hier aufgeführt werden, wohingegen die Wiederaufarbeitungsanlage in Karlsruhe (WAK) sich im Rückbau befindet (siehe Abschnitt 1.1.3.6). Die wesentlichen Parameter der in Betrieb befindlichen Anlagen gemäß den Technical Specification des TPR II /WEN 22/ finden sich in Tabelle 1-3. Die Standorte der Anlagen des Brennstoffkreislaufs, die im NAR betrachtet werden, sind Abbildung 1-2 zu entnehmen.

**Tabelle 1-3** Anlagen des Brennstoffkreislaufs, die im NAR betrachtet werden

Anlagen des Brennstoffkreislaufs Standort Weitere Anlagen am Standort		Betreiber	Anlagentyp	a) Betriebsbeginn b) Genehmigungsende
1	<b>BFL Brennelement-Fertigungsanlage Lingen</b> Lingen, Niedersachsen UF <sub>6</sub> – Lagerhalle Abfalllager	Advanced Nuclear Fuels (ANF) GmbH	Brennelementefabrik	a) 1979 b) -----
2	<b>UAG Urananreicherungsanlage Gronau</b> Gronau, Nordrhein-Westfalen	Urenco Deutschland GmbH	Anreicherungsanlage	a) 1985 b) -----



**Abbildung 1-2** Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung, die im NAR betrachtet werden

#### 1.1.3.4 Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente

Wie in Abschnitt 1.1.2.4 beschrieben, wurde für die Betrachtung im NAR das Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord als Beispiel für ein zentrales und das Brennelemente-Zwischenlager am Standort Biblis in Hessen als Beispiel für ein dezentrales Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente exemplarisch ausgewählt.

Das ZLN liegt am Betriebsgeländes des im Rückbau befindlichen Kernkraftwerks Greifswald (Lubmin) in Rubenow (Mecklenburg-Vorpommern). Es wird von der EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN) GmbH betrieben. Das Transportbehälterlager wurde im Jahr 1999 in Betrieb genommen und hat eine genehmigte Betriebsdauer bis zum Jahr 2039. Im Transportbehälterlager des Komplexes (Halle 8) lagern 583 Mg Schwermetall in trockener Behälterlagerung. Diese stammen vornehmlich aus den Leistungsreaktoren sowjetischer Bauart aus Rheinsberg und Greifswald, aus dem KNK II, dem Nuklearschiff Otto Hahn sowie aus der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK). Von den 80 Behälterstellplätzen sind derzeit 74 mit CASTOR<sup>®</sup>-Behältern fünf verschiedener Ausführungen (Stand: 2023) belegt. Diese teilen sich auf in 61 CASTOR<sup>®</sup> 440/84, fünf CASTOR<sup>®</sup> HAW 20/28 CG, vier CASTOR<sup>®</sup> KNK, drei CASTOR<sup>®</sup> KRB-MOX und ein CASTOR<sup>®</sup> 440/84 mvK.

In den Hallen 1 bis 7 des ZLN werden sonstige radioaktive Abfälle zwischengelagert (siehe Abschnitt 1.1.2.5). Außerdem wird auf dem Gelände vom Betreiber der ZLN auch die Landessammelstelle für Mecklenburg-Vorpommern betrieben, die vom Land Brandenburg mitbenutzt wird.

Das Brennelemente-Zwischenlager Biblis (BZB) befindet sich innerhalb des Anlagensicherungszauns des Betriebsgeländes des Kernkraftwerks Biblis (KWB). Es wird von der Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH (BGZ) betrieben. Dort werden die hochradioaktiven Abfälle aus dem Betrieb der Blöcke A und B des Kernkraftwerks Biblis nach dem Prinzip der trockenen Behälterzwischenlagerung aufbewahrt. Zusätzlich ist das BZB für die Aufnahme von Wiederaufarbeitungsabfällen aus dem Ausland vorgesehen. Es ist in einen Verladebereich mit Behälterwartungsstation, zwei Lagerbereiche sowie einen Zugangs- und Technikbereich unterteilt. Das Lagergebäude verfügt über eine Gesamtkapazität von 135 Stellplätzen. Es ist für die Aufnahme eines Inventars von maximal 1.400 t Schwermetall und maximal 5,3 MW genehmigt. Dort lagern derzeit (Stand März 2023) 102 CASTOR<sup>®</sup> V/19 sowie 6 CASTOR<sup>®</sup> HAW28M. Darüber hinaus verfügt das Zwischenlager über eine Genehmigung zur Aufbewahrung sonstiger radioaktiver Abfälle; in diesem Rahmen werden in Halle 2 derzeit 138 Behälter des Typs MOSAIK<sup>®</sup> aufbewahrt (Stand März 2023). Das BZB wurde im Jahr 2006 in Betrieb genommen und hat eine auf 40 Jahre befristete Betriebsgenehmigung bis zum Jahr 2046. Am Standort befinden sich darüber hinaus noch die beiden Abfalllager (AZB 1 und AZB 2), siehe Abschnitt 1.1.3.5.

Die Standorte der Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente, die im NAR betrachtet werden, sind Abbildung 1-2 zu entnehmen.

**Tabelle 1-4** Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente, die im NAR betrachtet werden

Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente Standort Weitere Anlagen am Standort		Betreiber	Anlage	a) Betriebsbeginn b) Genehmigungsende
1	<b>Transportbehälterlager im Zwischenlager Nord (ZLN)</b> Rubenow, Mecklenburg-Vorpommern, KKW Greifswald, Lager für radioaktive Abfälle des ZLN, Landes-sammelstelle von Mecklenburg-Vorpommern im ZLN	EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	Trockenlager für bestrahlte Brennelemente	a) 1999 b) 2039
2	<b>Zwischenlager für hochradioaktive Abfälle Biblis (BZB)</b> <b>Biblis</b> Hessen, KKW Biblis (KWB), Abfall-Zwischenlager (AZB 1 und AZB 2)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	a) 2006 b) 2046

### 1.1.3.5 Zwischenlager für radioaktive Abfälle

Wie in Abschnitt 1.1.2.5 beschrieben, wurden das Abfalllager am ZLN (zusammen mit der Landessammelstelle Mecklenburg-Vorpommerns (und Brandenburgs) sowie die Abfall-Zwischenlager AZB 1 und AZB 2 am Standort Biblis exemplarisch für die Betrachtung im NAR ausgewählt.

Das Abfalllager im ZLN am Standort Rubenow bei Greifswald: Neben dem bereits in Abschnitt 1.1.2.4 beschriebenen Brennelemente-Zwischenlager wird im ZLN zusätzlich ein Abfalllager mit einer genehmigten Lagerkapazität von 165.000 m<sup>3</sup> betrieben. Es dient der Zwischenlagerung von Betriebs- und Stilllegungsabfällen und Reststoffen aus der Stilllegung der Kernkraftwerke Greifswald und Rheinsberg sowie, mit dem Ziel der Konditionierung dieser Abfälle, anderer kerntechnischer Anlagen. Darüber hinaus wird im ZLN die Landessammelstelle Mecklenburg-Vorpommerns (und Brandenburgs) betrieben. Die Landessammelstelle hat laut Genehmigung die Kapazität eines 20'-Containers und ist für Abfälle aus Medizin, Forschung und Industrie vorgesehen.

Bei beiden am Standort Biblis betriebenen Anlagen werden die schwach- und mittelradioaktiven Abfälle aus dem Betrieb und Rückbau des Kernkraftwerks Biblis bis zur Abgabe an ein Endlager zwischengelagert. Die Lager werden von der BGZ betrieben. Das AZB 1 wurde 1982 in Betrieb genommen, das AZB 2 im Jahr 2018. Die Gesamtaktivität, die laut Genehmigungen eingelagert werden dürfen, betragen 3,071 E+15 Bq und 2 E+17 Bq.

**Tabelle 1-5** Zwischenlager für radioaktiver Abfälle, die im NAR betrachtet werden

<b>Zwischenlager für radioaktive Abfälle</b> Standort Weitere Anlagen am Standort		<b>Betreiber</b>	<b>Anlage</b>	<b>a) Betriebsbeginn b) Genehmigungsende</b>
<b>Zentrales Zwischenlager für radioaktive Abfälle</b>				
<b>Lager für radioaktive Abfälle des Zwischenlager Nord (ZLN)</b> Rubenow, Mecklenburg-Vorpommern, KKW Greifswald, Transportbehälterlager im ZLN		EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	a) 1998 b) -----
<b>Landessammelstelle Mecklenburg-Vorpommern im Zwischenlager Nord</b> Rubenow, Mecklenburg-Vorpommern, KKW Greifswald, Transportbehälterlager im ZLN		EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH	Landessammelstelle	a) 1998 b) -----
<b>Dezentrale Zwischenlager für radioaktive Abfälle</b>				
1	<b>Abfall-Zwischenlager Biblis 1 (AZB 1)</b> Biblis, Hessen, KKW Biblis (KWB), Zwischenlager für hochradioaktive Abfälle Biblis (BZB)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	a) 1982 b) -----
2	<b>Abfall-Zwischenlager Biblis 2 (AZB 2)</b> Biblis, Hessen, KKW Biblis (KWB), Zwischenlager für hochradioaktive Abfälle Biblis (BZB)	BGZ Gesellschaft für Zwischenlagerung GmbH	Zwischenlager für radioaktive Abfälle	a) 2018 b) -----

Die Standorte der Zwischenlager für radioaktive Abfälle, die im NAR betrachtet werden, sind Abbildung 1-2 zu entnehmen.

### 1.1.3.6 Anlagen in der Stilllegung

Für Deutschland befindet sich, wie in Abschnitt 1.1.1.6 beschreiben, mit der WAK eine Anlage des Brennstoffkreislaufs im Rückbau. Diese wird somit als eine in der Stilllegung befindliche Anlage betrachtet. An ihrem Standort befindet sich die Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK), die dazu dient die in der WAK verbliebenen Spaltproduktlösungen zu verglasen. Neben den Ausführungen in Abschnitt 1.1.1.6. finden sich die wesentlichen Parameter der Anlagen gemäß den Technical Specification des TPR II /WEN 22/ in Tabelle 1-6.

**Tabelle 1-6** Anlagen in der Stilllegung, die im NAR betrachtet werden

<b>Anlage in Stilllegung</b> Standort Weitere Anlagen am Standort	<b>Betreiber</b>	<b>Anlagentyp</b>	<b>a) Betriebsbeginn b) Genehmigungsende</b>
<b>Wiederaufarbeitungs- anlage (WAK)</b> Karlsruhe, Baden-Württemberg,	Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe (KTE) GmbH	Wiederaufarbeitungs- anlage	a) 1971 b) 1990
<b>Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK)</b>	Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe (KTE) GmbH	Verglasungs- einrichtung	a) 2009 b) noch in Betrieb

Der Standort von WAK und VEK ist Abbildung 1-2 zu entnehmen.

#### 1.1.4 Ansatz für die Erstellung des NAR für die nationale Anlagenauswahl

Der Prozess zur Erstellung des NAR auf der Grundlage der Technischen Spezifikation für den TPR II /WEN 22/ und der ENSREG Terms of References (ToR) wurde Ende Juni 2022 durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder gestartet.

Der Prozess umfasste die Erstellung der Berichte zu den einzelnen Kapiteln, die Selbstbewertung durch die Genehmigungsinhaber, die Prüfung durch die zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder und die Erstellung des Gesamtberichts durch das BMUV.

Für den NAR haben die Atomaufsichtsbehörden der Länder und die Betreiber der kerntechnischen Einrichtungen im Geltungsbereich des TPR II entsprechende Teile des Berichts erstellt. Die Berichtsteile der Betreiber der Kernkraftwerke wurden unter der Federführung des VGBE (Fachverband für die Erzeugung und Speicherung von Strom und Wärme) erstellt.

Die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden waren von Beginn an der Erstellung des NAR beteiligt. So wurde sichergestellt, dass diese frühzeitig sowohl zum besseren Verständnis bei der Erstellung von Berichtsteilen zum NAR durch die Betreiber als auch selbst inhaltlich beitragen konnten

Im Zeitraum vom April 2023 bis Juni 2023 wurden die Berichte der Betreiber von den atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder geprüft und bei Bedarf ergänzt. Ab Juli 2023 hat das BMUV damit begonnen, die Inhalte der Länderberichte zu einem Gesamtbericht zusammenzuführen. Von Juli 2023 bis Oktober 2023 wurde der NAR mit allen Beteiligten abgestimmt und übersetzt. Er wurde im Oktober 2023 auf der Website des BMUV veröffentlicht.

Der Bericht ist auf der Website des BMUV [www.bmuv.de](http://www.bmuv.de) in deutscher und englischer Sprache veröffentlicht.

Ziel des deutschen Berichtes ist es, den Brandschutz der gemäß der Technical Specification /WEN 22/ im TPR II zu betrachtenden Anlagen, mit Fokus auf das radiologische Risiko, so darzustellen, dass eine Vergleichbarkeit im Sinne eines Peer Reviews ermöglicht wird. Hierzu zählen die Erfahrungen mit den bestehenden Brandsicherheitsanalysen sowie den Brandschutzkonzepten und deren Umsetzung.

Darüber hinaus werden Gemeinsamkeiten der verschiedenen Arten von kerntechnischen Einrichtungen sowie Unterschiede bei den Brandsicherheitsanalysen und deren Ergebnissen sowie bei den Brandschutzkonzepten und deren Umsetzung – bedingt durch unterschiedliche Vorschriften und Ausführungen – aufgezeigt.

Kernkraftwerke in Stilllegung werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken behandelt.

## **1.2 Nationaler aufsichtlicher Rahmen**

Die Bundesrepublik Deutschland ist ein Bundesstaat mit föderaler Struktur und setzt sich aus 16 Bundesländern (Länder) zusammen.

Beim BMUV liegt neben der Zuständigkeit für die nukleare Sicherheit kerntechnischer Einrichtungen und dem Strahlenschutz auch die Verantwortung für Organisation, personelle Ausstattung und Ressourcen der atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde des Bundes.

In den Ländern sind die obersten Landesbehörden als zuständige atomrechtliche Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bestimmt worden. Im Rahmen der Aufsicht überwacht die jeweilige atomrechtliche Landesbehörde die Einhaltung des atomrechtlichen Regelwerks.

Die Verteilung der Zuständigkeiten zwischen Bund und Ländern sieht ein eigenverantwortliches Verwaltungshandeln der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder vor. Den Ländern obliegt damit die Sach- und Wahrnehmungskompetenz.

In der Praxis führen die Länder die ihnen übertragenen Aufgaben eigenverantwortlich aus. Der Bund übt jedoch im Rahmen der Bundesauftragsverwaltung die Rechtmäßigkeits- und Zweckmäßigkeitssupervision aus. Zur Durchsetzung seiner Vorstellungen kann der Bund den Ländern verbindliche Weisungen zu Sach- und Rechtsfragen und zur Verfahrensleitung erteilen. Vorher wird jedoch eine einvernehmliche Verständigung angestrebt.

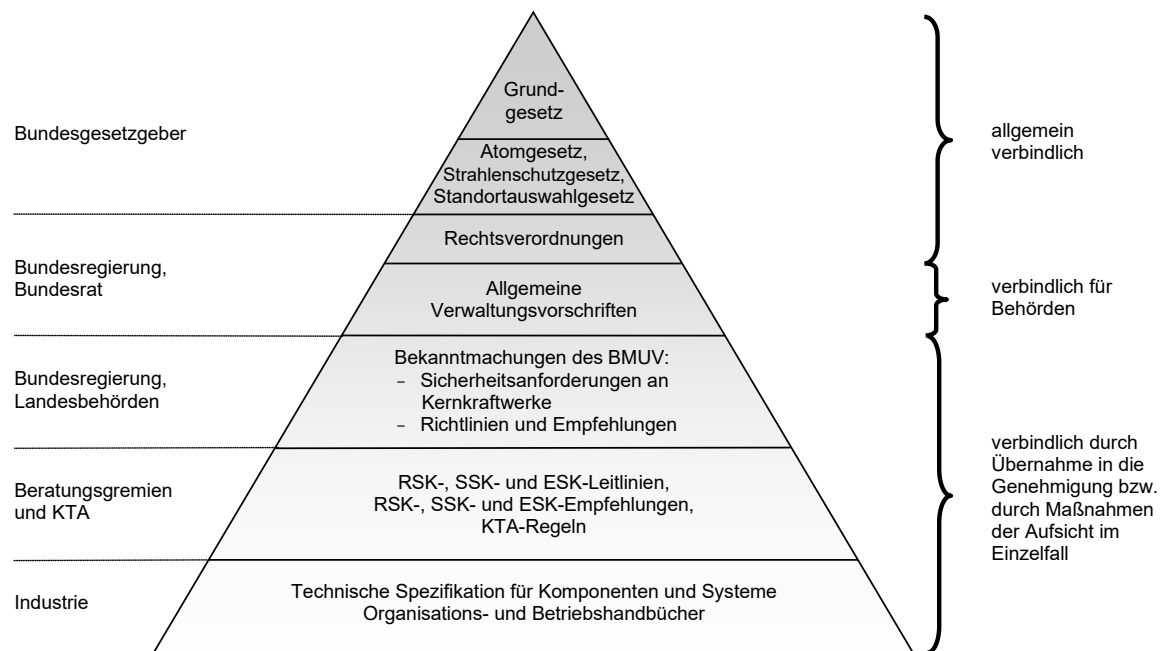
Die Kommunikation mit dem Betreiber, dies umfasst jegliches rechtsverbindliche Handeln, übernehmen die Länder (Wahrnehmungskompetenz).

Die wesentlichen Prozesse der atomrechtlichen Aufsicht des Bundes und der Länder sowie deren Schnittstellen sind in einem „Handbuch über die Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern im Atomrecht“ (Aufsichtshandbuch) beschrieben.

### **1.2.1 Nationales Regelwerk**

Die Anforderungen an sicherheitstechnische Einrichtungen (im Folgenden Structures, Systems and Components – SSC) sind in Deutschland im Atomgesetz /ATG 22/, den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15/ und den kerntechnischen Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) zum Brandschutz von Kernkraftwerken /KTA 15/, /KTA 15a/, /KTA 15b/ festgelegt.





**Abbildung 1-3** Nationale Regelwerkspyramide

Den Rahmen für die nationale deutsche Atomgesetzgebung und die Erarbeitung nationaler deutscher kerntechnischer Regeln und Richtlinien bildet die in Abbildung 1-3 dargestellte Regelwerkspyramide. Auf den oberen Hierarchieebenen der Regelpyramide befinden sich allgemein verbindliche Gesetze und Verordnungen. In Deutschland sind dies das Grundgesetz (GG) /BMJ 22a/, das Atomgesetz /ATG 22/, das Strahlenschutzgesetz (StriSchG) /BMJ 22/ und die auf der Grundlage des Atomgesetzes erlassenen Verordnungen.

Das Grundgesetz legt grundlegende Prinzipien fest, die auch für das Atomrecht gelten. Die im Grundgesetz niedergelegten Grundrechte, insbesondere das Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit, bilden die Grundlage für den an die Schutz- und Vorsorgemaßnahmen für kerntechnische Anlagen anzulegenden Maßstab, der in den Hierarchieebenen der Regelpyramide weiter konkretisiert wird (siehe Abbildung 1-3). Darüber hinaus enthält das Grundgesetz Regelungen zu den Zuständigkeiten von Bund und Ländern für die Rechtsetzung und den Gesetzesvollzug.

Das Atomgesetz und das Strahlenschutzgesetz enthalten die grundlegenden nationalen Regelungen zu Schutz- und Vorsorgemaßnahmen, zum Strahlenschutz und zur Entsorgung radioaktiver Abfälle und bestrahlter Brennelemente in Deutschland und bilden die Grundlage für die zugehörigen Verordnungen.

Rechtsverordnungen können zusätzliche Ermächtigungen für den Erlass von allgemeinen Verwaltungsvorschriften enthalten. Allgemeine Verwaltungsvorschriften regeln das behördliche Handeln und haben daher nur eine unmittelbare Bindungswirkung für die Aufsichtsbehörden. Sie entfalten jedoch eine unmittelbare Außenwirkung, wenn sie als Grundlage für behördliche Entscheidungen herangezogen werden.

Der Bund veröffentlicht nach Anhörung der Länder Bekanntmachungen (in Form von Anforderungen, Richtlinien, Kriterien und Empfehlungen). Dabei handelt es sich in der Regel um Regelungen, die im Einvernehmen mit den zuständigen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden der Länder zur

einheitlichen Anwendung des Atomgesetzes getroffen werden. Die Bekanntmachungen des BMUV beschreiben die Auffassung der Bundesaufsicht zu allgemeinen Fragen der kerntechnischen Sicherheit und der Aufsichtspraxis und geben den Landesbehörden eine Orientierung für den Vollzug des Atomgesetzes. Sie werden von den zuständigen Landesbehörden im Rahmen von Genehmigungsverfahren oder ihrer Aufsichtstätigkeit in eigener Zuständigkeit herangezogen. Damit wird sichergestellt, dass der Vollzug in den verschiedenen Bundesländern nach vergleichbaren Standards erfolgt. Gegenüber den Genehmigungsinhabern werden diese durch Berücksichtigung in atomrechtlichen Genehmigungen oder Anordnungen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde verbindlich.

Die Anforderungen an den Brandschutz finden sich im kerntechnischen Regelwerk in den nachfolgend aufgeführten Dokumenten wieder:

- „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15/,
- Weitere Bekanntmachungen und Richtlinien des BMUV,
- Leitlinien und Empfehlungen der Reaktorsicherheitskommission (RSK), Entsorgungskommission (ESK) und Strahlenschutzkommission (SSK)
- Kerntechnische Regeln des KTA,
- technische Spezifikationen des aktiven und passiven Brandschutzes sowie
- Organisations- und Betriebshandbücher.

Die verschiedenen Brandschutzeinrichtungen und aktiven Maßnahmen zur Beherrschung von Brandgefahren sind ein wesentlicher Bestandteil der im deutschen kerntechnischen Regelwerk festgelegten Anforderungen.

Wesentliche Elemente des Brandschutzes sind in allen deutschen kerntechnischen Einrichtungen bereits frühzeitig praktiziert und kontinuierlich verbessert worden. Der Brandschutz der Kernkraftwerke aller Generationen sowie der Forschungsreaktoren wurde kontinuierlich überprüft und an den Stand der Technik und an das geltende kerntechnische Regelwerk angepasst, solange diese kommerziell betrieben wurden bzw. betrieben werden, wobei wertvolle Erkenntnisse aus dem Rückfluss aus der Betriebserfahrung berücksichtigt wurden.

Das deutsche kerntechnische Regelwerk, insbesondere KTA 2101.1 /KTA 15/, fordert für Kernkraftwerke ein Brandschutzkonzept sowie eine Brandgefahrenanalyse, die regelmäßig zu aktualisieren ist. Darüber hinaus muss für kommerziell betriebene Kernkraftwerke regelmäßig eine probabilistische Brandrisikobewertung (Brand-PSA) im Rahmen der Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) durchgeführt werden.

Für Forschungsreaktoren gelten die vorgenannten Aussagen mit der Einschränkung, dass relativ zum Risikopotenzial der „Abgestufte Ansatz“ angewandt wird. Das bedeutet, dass z. B. im Rahmen der PSÜ keine Brand-PSA durchzuführen ist.

Der Brandschutz für Anlagen der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle stellt ganz wesentlich auf das konventionelle Baurecht ab, das in Deutschland auf Ebene des Landesrechts besteht. Weitergehende Bestimmungen ergeben sich etwa aus den Empfehlungen ESK – hier insbesondere die Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern (Fassung vom 10.06.2013)

/ESK 13/ und die Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (Fassung vom 09.12.2021) /ESK 21/ – sowie aus der sinngemäßen Anwendung der oben genannten KTA-Regeln auf die Zwischenlager im Rahmen von Genehmigung und Aufsicht.

Ein Brandschutzkonzept ist eine schutzzielorientierte Gesamtbewertung des baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und abwehrenden Brandschutzes sowie deren gemeinsamer Wirkung. Das Brandschutzkonzept für deutsche kerntechnische Anlagen folgt in Bezug auf die Brandsicherheit den Grundsätzen des gestaffelten Sicherheitskonzepts. Die erste Ebene des Brandschutzes besteht darin, die Entstehung von Bränden zu verhindern. Die Brandverhütung umfasst zwei Hauptaspekte: die Begrenzung der Menge an brennbaren Stoffen und Entzündungsneigung, soweit dies praktikabel ist, und die Vermeidung von Zündquellen.

Die zweite Sicherheitsebene ist die Verhinderung der Brandausbreitung vom Brandherd aus, um unzulässige Schäden an sicherheitsrelevanten Einrichtungen zu verhindern. Dies geschieht vorzugsweise durch passive Brandschutzmaßnahmen, wie qualifizierte bauliche Abtrennungen oder, wenn dies praktisch nicht möglich ist, mittels Trennung durch Abstand sowie andere kompensatorische Schutzmaßnahmen.

Der passive Brandschutz ist nicht die einzige Maßnahme, um Schaden von einer kerntechnischen Anlage abzuwenden. Deshalb werden im deutschen Regelwerk /KTA 15/, /KTA 15b/ geeignete und zuverlässige aktive Brandschutzmaßnahmen gefordert, die sowohl Brandmeldeeinrichtungen zur möglichst schnellen Lokalisierung eines Entstehungsbrandes als auch eine Vielzahl von Brandbekämpfungseinrichtungen, darunter stationäre und mobile Feuerlöscheinrichtungen, aber auch Maßnahmen des betrieblichen und abwehrenden Brandschutzes, z. B. die Brandbekämpfung durch eine Werkfeuerwehr vor Ort, umfassen.

Um das hohe Schutzniveau gegen anlageninterne Brände aufrechtzuerhalten, werden unter anderem die folgenden vorbeugenden Maßnahmen als wichtig erachtet:

- regelmäßige Brandschutzbegehungen, u. a. zur Feststellung von temporären Brandlasten und potenziellen Zündquellen,
- umfassende wiederkehrende Prüfungen (WKP) von Brandschutzeinrichtungen und -ausrüstung und
- vorbeugende Instandhaltung, wie z. B. der frühzeitige Austausch von Brandmeldern.

Diese Maßnahmen zur Unterstützung des Brandschutzes werden auf der Grundlage von Beobachtungen und Erkenntnissen aus der Betriebserfahrung (einschließlich Überwachung, Prüfung, Inspektion und Wartung) sowie neuen Erkenntnissen aus experimenteller und analytischer Forschung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik sowie der Auswertung interner und externer Betriebserfahrungen kontinuierlich fortentwickelt, erweitert und verbessert.

Die „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15/ enthalten Anforderungen für Einwirkungen von innen, wie z. B. einen Brand, die auch die Ziele und Anforderungen an den Brandschutz berücksichtigen müssen.

Die Regeln des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) haben die Aufgabe, sicherheitstechnische Anforderungen zur Erreichung der im Atomgesetz, Strahlenschutzgesetz und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten und in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15/ weiter konkretisierten Schutzziele zu spezifizieren, um nachweisen zu können, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist (AtG /ATG 22/, § 7 Absatz 2 Nr. 3). Die KTA-Regeln werden auf ihre Aktualität hin überprüft und bei Bedarf überarbeitet. Dabei werden insbesondere die ständigen Weiterentwicklungen des internationalen Regelwerks berücksichtigt.

Allgemeinen Anforderungen an den Brandschutz aus den sicherheitstechnischen Anforderungen werden in der KTA-Regel 2101, Teil 1 – 3 /KTA 15/, /KTA 15a/ und /KTA 15b/ konkretisiert. Diese gelten grundsätzlich für Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren. Sinngemäß können diese auch Anwendung für Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung finden.

Teil 1 dieser Regel enthält die grundlegenden Anforderungen an den Brandschutz in Kernkraftwerken einschließlich ausführlicher informativer Anhänge zur Brandgefährdungsanalyse und zum Brandschutzkonzept, während Teil 2 ausführliche Hinweise zu baulichen (überwiegend passiven) Brandschutzmaßnahmen gibt. Teil 3 ist den aktiven Maßnahmen zur Branderkennung und -meldung sowie zur Brandbekämpfung gewidmet, für die detaillierte technisch orientierte Regeln und Richtlinien zur Verfügung stehen.

Dementsprechend haben die Betreiber von Kernkraftwerken ein systematisches Brandschutzkonzept entsprechend den Anforderungen von /BMU 15/ und /KTA 15/ zu erstellen, welches auf der Grundlage der Betriebserfahrungen und einschlägiger Erkenntnisse aus der Forschung, zu dokumentieren und fortzuschreiben ist.

Darüber hinaus werden im Rahmen der PSÜ, die in allen deutschen kerntechnischen Anlagen durchgeführt wird, Aspekte des Brandschutzes umfassend bewertet, für Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren einschließlich der in /KTA 15/ geforderten detaillierten deterministischen Brandgefahrenanalyse (FHA) und ggf. der probabilistischen Brandrisikobewertung (Brand-PSA). In den Technischen Ergänzungsbänden zum deutschen PSA-Leitfaden zu Methoden und Daten der Brand-PSA /FAK 05/, /FAK 05a/, /FAK 16/ sind ausführliche Leitlinien verfügbar.

Eine aktuelle detailliertere Darstellung des deutschen Brandschutzregelwerks für Kernkraftwerke ist in /MEL 20/ zu finden.

Für Forschungsreaktoren kommen vorrangig rechtliche Auslegungsgrundsätze aus dem konventionellen Bereich zur Anwendung (siehe unten aufgeführt). Diese werden um das Brandschutzregelwerk für Kernkraftwerke, das entsprechend dem Gefährdungspotenzial abgestuft wird, ergänzt. Ähnliches gilt für die bereits obenstehend erfassten Anlagen zur Zwischenlagerung in Deutschland.

Für die kerntechnischen Anlagen gelten ebenso die Regelwerke im Bereich des Baurechts und des Arbeitsschutzes, u. a.:

- Gesetze:
  - Bauordnungen der Bundesländer,
  - Feuerwehr- und Brandschutzgesetze der Bundesländer,
  - Gewerbeordnung,

- Rechtsverordnungen:
  - Betriebssicherheitsverordnung,
  - Arbeitsstättenverordnung,
- Anerkannte Regeln der Technik:
  - DIN/EN/ISO-Normen,
  - VDE-Richtlinien,
  - VdS-Richtlinien.

### 1.2.2 Umsetzung/Anwendung internationaler Regeln und Richtlinien

Nachfolgend wird ein Überblick über die internationalen Anforderungen gegeben, die im nationalen aufsichtlichen Rahmen berücksichtigt wurden.

Auf europäischer Ebene stellt das kürzlich von der Reactor Harmonisation Working Group (RHWG) erarbeitete Issue SV „Einwirkungen von Innen“ der WENRA Safety Reference Levels (SRLs) for Existing Reactors 2020 /WEN 21/ (welches das vorherige Issue S „Schutz gegen interne Brände“ im Jahr 2014 ersetzt) die grundlegenden Anforderungen an den Brandschutz in Kernkraftwerken dar.

Für Forschungsreaktoren hat die WENRA eigene SRLs für den Brandschutz (Issue S) entwickelt /WEN 20/. In Deutschland wird das Regelwerk für Kernkraftwerke sinngemäß auf Forschungsreaktoren angewandt. Dies beinhaltet auch die Anforderungen der WENRA SRLs.

Die Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD) hat vier thematische Berichte für die folgenden Themenbereiche erarbeitet: Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen und bestrahlten Brennelementen, Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Endlagerung sowie Verarbeitung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle. Die für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen und bestrahlten Brennelementen /WEN 14/ sowie für die Stilllegung /WEN 15/ erarbeiteten SRLs gelten für die entsprechenden Anlagen, die in den Anwendungsbereich des TPR II fallen. Die für in Betrieb befindliche Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren entwickelten SRLs der RHWG gelten auch für die zu diesen Anlagen gehörenden Brennelement-Lagerbecken.

Die WENRA hat keine SRLs für Anlagen des Brennstoffkreislaufs entwickelt. Daher gibt es für die zu erwartenden Praktiken in Bezug auf diese Anlagen keine gleichwertigen Regeln wie die oben genannten. Da es keine SRL der WENRA für Anlagen des Brennstoffkreislaufs gibt, wurde eine Auswahl und Interpretation von Leitlinien und Praktiken aus den SRLs anderer Anlagen und den Standards und Guides der IAEA entwickelt, die den Rahmen für den NAR bilden.

Die einschlägigen Anforderungen der IAEA an den Brandschutz bei der Auslegung und dem Betrieb von kerntechnischen Anlagen sind in den Specific Safety Requirements SSR 2/1 „Safety of Nuclear Power Plants: Design“ /IAE 16/, SSR 2/2 „Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation“ /IAE 16a/ und SSR-3 „Safety of Research Reactors“ /IAE 16b/ enthalten. Die Empfehlungen für den Brandschutz bei der Auslegung und dem Betrieb von Kernkraftwerken wurden kürzlich aktualisiert und in den IAEA Specific Safety Guides SSG-64 „Protection against Internal Hazards in the Design of Nuclear Power Plants“ /IAE 21/ und SSG-77 „Protection against Internal and External Hazards in the Operation of Nuclear Power Plants“ /IAE 22/ veröffentlicht.

Die Richtlinie 2014/87/EURATOM zur Änderung der Richtlinie 2009/71 EURATOM /EU 14/ des Europäischen Rates fordert eine Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) alle zehn Jahre. Der IAEA Safety Guide SSG-25 „Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants“ /IAE 13/ der IAEA Safety Standards verlangt die Überprüfung von Bränden als Einwirkungen von Innen im Abschnitt „Safety factor 7: Internal hazards“. Nach dem IAEA Specific Guide SSG-3 „Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment“ /IAE 10/ und seiner aktuellen Revision SSG-3, Rev. 1 /IAE 23/ sind probabilistische Brandrisikoanalysen zumindest für Kernkraftwerke erforderlich. Das deutsche kerntechnische Regelwerk entspricht in hohem Maße den oben genannten neuesten Guides der IAEA.

.

## 2 Brandsicherheitsanalysen

Ziel der Brandsicherheitsanalysen für kerntechnische Anlagen ist es nachzuweisen, dass es durch Brände und Brandfolgen nicht zur schädlichen Wirkung durch ionisierende Strahlung (radiologisches Sicherheitsziel, vgl. Strahlenschutzgesetz) kommt. Die Sicherheit von Personen und der Schutz der Umwelt (konventionelle Schutzziele, vgl. Bau- und Arbeitsstättenrecht) muss dabei ebenfalls im erforderlichen Maße sichergestellt sein.

Der Nachweis des kerntechnischen Schutzziels erfolgt für Kernreaktoren und andere kerntechnische Anlagen durch den Nachweis, dass die Erfüllung der Teilschutzziele

- Reaktor abschalten und im abgeschalteten Zustand halten (nur Kernreaktoren),
- Sicherstellung der Nachwärmeabfuhr (nur Kernreaktoren und wärmeentwickelnde Anordnungen) und
- Verhinderung unzulässiger Aktivitätsfreisetzung

durch Brände und Brandfolgen nicht unzulässig beeinträchtigt wird.

Der Nachweis der Erfüllung der kerntechnischen (Teil-)Schutzziele erfolgt konkret durch den Nachweis, dass die zur Schutzzielderfüllung erforderlichen sicherheitsrelevanten SSC im Brandfall nicht unzulässig beeinträchtigt werden.

Der Nachweis der Erfüllung der konventionellen Schutzziele erfolgt in der Regel durch Erfüllung der präskriptiven Anforderungen und ist kein eigener Bestandteil von Brandsicherheitsanalysen.

Ziele der Brandschutzmaßnahmen sind die Verhinderung einer Brandentstehung, die schnelle Erkennung und Löschung dennoch entstandener Brände und die Verhinderung einer Ausbreitung von Bränden, die nicht gelöscht wurden.

### 2.1 Kernkraftwerke

#### 2.1.1 Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen

Ziele des Brandschutzes in Kernkraftwerken sind zum einen die Einhaltung der kerntechnischen Schutzziele. Die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage AtG /ATG 22/, /ATG 22/, § 7 Absatz 2 Nr. 3) ist getroffen, wenn die im Atomgesetz, im Strahlenschutzgesetz /BMJ 22/ und in der Strahlenschutzverordnung /BMJ 21/ festgelegten sowie in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15/ und den „Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15a/ weiter konkretisierten Schutzziele erreicht werden.

In der KTA 2101, Teil 1 /KTA 15/ sind die kerntechnischen Schutzziele ebenfalls spezifiziert:

- Kontrolle der Reaktivität,
- Kühlung der Brennelemente,

- Einschluss der radioaktiven Stoffe und
- Begrenzung einer Strahlenexposition.

Diese definieren die Anforderungen an die Anlagenteile, deren Funktionen anforderungsgerecht zur Einhaltung der Schutzziele und der radiologischen Sicherheitsziele entsprechend den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15/, Abschnitte 2.3 und 2.5 erforderlich sind.

Zum anderen sind die Ziele des konventionellen Brandschutzes einzuhalten:

- Vorbeugung der Entstehung eines Brandes und
- Vorbeugung der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung),
- bei einem Brand die Rettung von Leben sowie
- die Ermöglichung wirksamer Löscharbeiten.

Für in Betrieb befindliche Kernkraftwerke (Leistungsbetrieb und Nichtleistungsbetrieb) werden deterministische Brandgefahrenanalysen und probabilistische Brandrisikoanalysen (sogenannte Brand-PSA) durchgeführt.

Der Ansatz für die Analysen ist ein postulierter Brand. Im Bereich des Brandes werden alle Komponenten als ausgefallen angenommen sowie mögliche Folgewirkungen bzw. -ereignisse betrachtet. Der Bereich des Brandes wird in der Regel begrenzt durch bauliche Strukturen mit brandschutztechnischen Anforderungen.

Diese Analysen werden für die Phase im Leistungsbetrieb schutzzielorientiert, u. a. für die Funktionen Kern- und Lagerbeckenkühlung, durchgeführt. Der Betriebszustand der Revision (Nichtleistungsbetrieb) ist durch die Betrachtungen für den Leistungsbetrieb abgedeckt.

Die Brand-PSA bewertet mögliche Anlagentransienten, die durch Brandereignisse auftreten können. Die Brand-PSA verfolgt das Ziel, eine quantitative Bewertung von Brandszenarien für in Betrieb befindliche Kernkraftwerke (Leistungsbetrieb und Nichtleistungsbetrieb) entsprechend dem Stand von Wissenschaft und Technik (insbesondere PSA-Leitfaden /BMU 05/ und seiner Fachbände zu PSA-Methoden und -Daten /FAK 05/, /FAK 05a/, /FAK 16/) durchzuführen.

Die Brand-PSA verfolgt folgende Einzelziele:

- Identifizierung und Analyse von Störfallabläufen anlageninterner Brandereignisse, die maßgeblich zur Häufigkeit von Gefährdungszuständen beitragen,
- Quantifizierung der Häufigkeiten von Gefährdungszuständen, die aus diesen Ereignisabläufen herrühren,
- Identifizierung wesentlicher Einflüsse und ihres Beitrags zur Häufigkeit der Gefährdungszustände, die sich aufgrund von Brandereignissen ergeben,
- Identifizierung von Verbesserungsmöglichkeiten in der Systemtechnik, bei den Betriebsweisen und bei Brandschutzeinrichtungen sowie



- Identifizierung von Optimierungsansätzen bei den Betriebsanweisungen, die für die Beherrschung von Stör- und Unfällen herangezogen werden.
- Ziel der Brand-PSA ist eine Ausgewogenheit des Sicherheitskonzepts aufzuzeigen.

Ausgehend von vereinfachenden Annahmen zu brandbedingten System- und Komponentenausfällen werden diese hinsichtlich ihres Einflusses auf die Häufigkeit von Gefährdungszuständen untersucht.

Ereigniskombinationen werden bei der Auslegung der Anlagen und deren Betrieb berücksichtigt und entsprechend in den deterministischen und probabilistischen Brandsicherheitsanalysen betrachtet. Kombinationen eines Brandes mit einem anderen Ereignis werden entsprechend /BMU 15/ dann unterstellt, wenn die zu kombinierenden Ereignisse in einem kausalen Zusammenhang stehen oder wenn die Gleichzeitigkeit der Ereignisse auf Grund der Wahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes in Betracht gezogen werden muss. Bei den deterministischen Analysen erfolgt dies auf Grundlage der Vorgaben der KTA /KTA 15/, /KTA 15a/, /KTA 15b/, bei den probabilistischen Analysen mittels standort- und anlagenspezifischer Untersuchungen. Entsprechend KTA /KTA 15/ ist standort- und anlagenspezifisch zu untersuchen ob Ereigniskombinationen mit Brand analysiert werden müssen. Die KTA /KTA 15/ fordert im Rahmen deterministischer Analysen explizit die Überlagerung der Einwirkungen

- Komponentenversagen und Folgebrand,
- Explosion und Folgebrand,
- Erdbeben und Folgebrand und
- Blitzeinwirkung und Folgebrand.

Der Überlagerung von Komponentenversagen mit einem Folgebrand wird durch den redundanten Aufbau einschließlich der brandschutztechnischen Trennung (siehe Abschnitt 2.1.2) oder dem Vorhalten einer Löschanlage Rechnung getragen. Potenzielle Überflutungen, z. B. durch Löschmaßnahmen, sind durch Analysen der Einwirkungen von innen abgedeckt.

Durch die Auslegung der Anlage gegen Explosion (KTA 2103 /KTA 15c/) und Blitzeinwirkungen (KTA 2206 /KTA 22/) ist in der Regel keine Kausalität zwischen diesen Ereignissen und einem Folgebrand gegeben.

Ereigniskombinationen von Erdbeben und davon unabhängigem, zeitlich korrelierten Brand werden standortspezifisch (abhängig von der Intensität des Bemessungserdbebens und der Eintrittshäufigkeit der Kombination) entsprechend KTA 2101.1 /KTA 15/ betrachtet.

Ereigniskombinationen von Erdbeben mit Folgebrand und mit davon unabhängigem, zeitlich korreliertem Brand werden im Rahmen der probabilistischen Sicherheitsanalyse für Erdbeben als Ereignisüberlagerung in Betracht gezogen. Dabei werden mögliche Folgebrände im Rahmen der zu analysierenden Ereignisabläufe für solche Szenarien betrachtet. Die Fachbände zu PSA-Methoden /FAK 05/ und /FAK 16/ geben den Umfang der Erdbeben-PSA an.

Des Weiteren wird der Detaillierungsgrad der Betrachtungen in Abhängigkeit der Erdbebenintensität konkretisiert (siehe nachfolgende Tabelle 2-1 aus /FAK 16/). So werden, beispielsweise ab einer

Intensität I von mehr als VI, Einrichtungen, deren Versagen einen Brand verursachen können, z. B. Schmiermittelbehälter, bei einer Anlagenbegehung überprüft.

**Tabelle 2-1** Gestaffelte Nachweisführung für das Ereignis Erdbeben (aus /FAK 16/)

Standort-intensität $I_0$	Nachweisführung	Anmerkung
$I_0 \leq VI$	Keine Analyse erforderlich	Gemäß KTA 2201 /KTA 15/, Teil 1 besteht eine Mindestauslegung
$VI < I_0 \leq VII$	Vereinfachte Analyse erforderlich	Durchführung einer Analyse, die zeigt, dass Erdbeben, die um eine Intensität stärker sind als Erdbeben, denen nach aktuellem Stand eine Eintrittshäufigkeit von $10^{-5}/a$ zugeordnet wird, beherrscht werden.
$I_0 > VII$	Analyse mit vollem Aufwand erforderlich	Durchführung der Analyse gemäß Abschnitten 3.6.4.4 bis 3.6.4.6 mit Hilfe des Sicherheitsreserveverfahrens

Eine wesentliche Erkenntnis der Erdbeben-PSA liegt darin, dass aufgrund der anzunehmenden weitreichenden Zerstörungen in Anlagenbereichen ohne seismische Auslegung (z. B. Einsturz des Maschinenhauses) der Einfluss zusätzlich anzunehmender Folgebrände nur einen unwesentlichen Beitrag auf die Kernschadenshäufigkeitszustände hat.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für die Betrachtungen von Brandszenarien die in den Kernkraftwerken umgesetzte brandschutztechnische bauliche Trennung oder Trennung durch ausreichenden Abstand der verfahrenstechnischen Redundanzen grundlegend ist. Führt ein Brandszenario nur zum Ausfall einer Redundanten des Sicherheitssystems, wird dieser Brand unter Berücksichtigung der kerntechnischen Schutzziele beherrscht.

PSA für übergreifende Einwirkungen von innen und außen sind grundsätzlich auf die Stufe 1 begrenzt. Explizit sind für die Einwirkungen von innen Brand und Überflutung probabilistische Analysen gemäß /FAK 05/ und /FAK 16/ durchzuführen. Diese schließen auch Ereigniskombinationen (z. B. Brand und darauffolgende Überflutung, Überflutung und Folgebrand etc.) mit ein. /FAK 16/ beinhaltet zudem auch Brand-PSA der Stufe 1 für Anlagenbetriebszustände des Nichtleistungsbetriebs.

Im Hinblick auf die probabilistische Bewertung von Brandereignissen werden, ausgehend von vereinfachenden Annahmen brandbedingte System- und Komponentenausfälle hinsichtlich ihres Einflusses auf die Häufigkeit von Gefährdungszuständen untersucht. Die Brand-PSA behandelt mit primärem Fokus Brandereignisse, die durch den brandbedingten Ausfall sicherheitstechnisch relevanter Einrichtungen zu Ereignisabläufen führen, die in eine Auslösung einer Reaktorschnellabschaltung (RESA) münden. Es werden außerdem Brandereignisse untersucht, die selbst zwar nicht zu Störungen betrieblicher Abläufe führen, aufgrund der Beeinträchtigung sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen und deren damit verbundenen Unverfügbarkeit jedoch eine vorsorgliche Abschaltung der Anlage (ggf. mit eingeschränkt verfügbaren Sicherheitseinrichtungen) erforderlich machen.

Für die Betrachtungen von Brandereignissen sind vorab diejenigen Brandbereiche, d. h. Raumbereiche, in denen Brände entstehen können, zu ermitteln, in denen sich entsprechende Szenarien überhaupt entwickeln können. In der Regel wird für diese Brandbereiche im Falle des Versagens der Brandbekämpfung konservativ von einem Vollbrand und dem Ausfall aller im Raum befindlichen Einrichtungen ausgegangen.

### **Kernkraftwerke in der Stilllegung und im Rückbau**

Für Kernkraftwerke zum Zeitpunkt der endgültigen Einstellung des Leistungsbetriebes und darüber hinaus gilt in abdeckender Form zunächst auch weiterhin die Brandgefahrenanalyse für den Leistungsbetrieb.

Bereits mit Beendigung des Leistungsbetriebes verringert sich instantan die Anzahl der noch notwendigen Sicherheitseinrichtungen in Bezug auf Abschaltbarkeit und Kernkühlung. Systeme, z. B. zur Reaktorschnellabschaltung oder Hockdruckeinspeisung, verlieren ihre verfahrenstechnische Anforderung. Solche Systeme können dann in Kongruenz zum Nachbetriebskonzept dauerhaft außer Betrieb genommen werden. Damit wird für diese Systeme die bauliche Trennung im Sinne der Anforderung auf getrennte Brandbekämpfungsabschnitte obsolet. Diese Brandbekämpfungsabschnitte können dann aufgelöst werden, wenn andere noch notwendige verfahrenstechnische Systeme davon nicht nachteilig beeinflusst werden und die Regeln des konventionellen Brandschutzes weiterhin erfüllt werden.

Mit der Ausladung des Kerns in das Brennelementlagerbecken ergibt sich eine weitere Reduzierung der Systemanforderungen.

Schließlich reduziert sich das nukleare Gefährdungspotenzial mit der Entfernung der Brennelemente aus der Anlage (Brennelemente-Freiheit) deutlich. Spätestens mit Brennelementefreiheit ist eine bauliche Trennung oder Trennung durch Abstand der verfahrenstechnischen Systeme nicht mehr erforderlich. Nach geltendem deutschem Regelwerk /ATG 22/ sind zudem für Anlagen in der Stilllegung eine PSÜ und damit eine Brand-PSA nicht mehr erforderlich.

Kernschadens- und Brennstabschadenszustände<sup>2</sup> sind bei einer brennelementefreien Anlage nicht zu besorgen. Nach geltendem deutschem Regelwerk, wie u. a. dem PSA-Leitfaden /BMU 05/ und seinen Fachbänden zu PSA-Methoden und Daten /FAK 05/, /FAK 05a/, /FAK 16/, ist somit für Anlagen in der Stilllegung eine PSA und damit auch eine Brand-PSA nicht mehr erforderlich.

Für Kernkraftwerke im Rückbau (nach Brennelementefreiheit) reduzieren sich die Anforderungen an den Brandschutz überwiegend auf die Anforderungen des konventionellen Regelwerkes. Im Einzelfall verbleiben weiterhin Orte mit erhöhtem Gefährdungspotenzial im Sinne der kerntechnischen

---

<sup>2</sup> Entsprechend /FAK 05/ handelt es sich bei einem „Gefährdungszustand“ um einen Anlagenzustand, bei dem die Kühlung der Brennelemente, nicht mehr von dafür vorgesehenen Systemen beherrscht wird. Ohne weitere Maßnahmen tritt ein Kernschadenszustand ein. Ein Gefährdungszustand kann u. U. mittels anlageninterner Notfallmaßnahmen in einen sicheren Zustand (unterkritisch, langfristige Kernkühlung) überführt und der Eintritt eines Kernschadenszustands verhindert werden. Ein „Kernschadenszustand“ ist definiert als Anlagenzustand, der eintritt, wenn ein auslösendes Ereignis von den auslegungsgemäß vorgesehenen Systemen und von präventiven Notfallmaßnahmen oder Ersatzmaßnahmen nicht beherrscht wird und Kernmaterial (in der Regel Steuerstabmaterial) im Reaktor zu schmelzen beginnt. Analog zum Kernschadenszustand wird in /FAK 16/ für den Nichtleistungsbetrieb der Begriff des „Brennstabschadenszustands“ als eigener unbeherrschter Endzustand eingeführt.

Schutzziele an Stellen, an denen radioaktive Reststoffe oder Abfälle gelagert oder bearbeitet werden, wenn im Brandfalle relevante Freisetzungen in die Umgebung möglich sind. Dies kann dann der Fall sein, wenn nennenswerte Freisetzungen innerhalb des Kontrollbereichs bei eingeschränkter Filtermöglichkeit in die Anlagenumgebung auftreten können.

Im Rahmen des Rückbaus eines Kernkraftwerks werden zusätzliche brennbare Materialien (z. B. Reststoffbearbeitungsmaschinen, Schneidgase) oder auch potenzielle Zündquellen (z. B. Heißarbeiten) in die Anlage eingebracht. Die dadurch veränderten Brandlasten und potenziellen Zündquellen und die daraus resultierenden Brandgefahren sind zu bewerten und erforderlichenfalls brandschutztechnische Maßnahmen abzuleiten.

### **2.1.2 Grundlegende Annahmen und Methoden**

In Brandgefahrenanalysen wird grundsätzlich die Entstehung eines Brandes unterstellt. Gemäß KTA 2101 darf davon ausgegangen werden, dass gleichzeitig nicht mehr als ein Brand zu unterstellen ist. Entsprechend den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ /BMU 15/ muss die Entstehung eines Brandes nicht unterstellt werden, wenn der brennbare Stoff gekapselt ist und die Kapselung im bestimmungsgemäßen Betrieb sowie bei allen anzunehmenden Störfällen funktionsfähig bleibt.

Die Brandgefahrenanalysen schließen für jeden zu unterstellenden Brand auch dessen Ausbreitungsmöglichkeiten mit ein und damit einen Ausfall der SSC (Systems, Structures and Components) in diesem Bereich.

Bei der Anlagenauslegung wurden die für die Einhaltung der kerntechnischen Schutzziele erforderlichen SSC ermittelt. Die Gewährleistung der Sicherheitsfunktionen wird im Brandfall durch die redundante Anordnung und deren brandschutztechnischer Trennung sichergestellt. Die Gesamtheit aller Brandschutzmaßnahmen (baulich, anlagentechnisch, betrieblich und abwehrend) stellt sicher, dass ein Ausfall einer einzelnen Brandschutzmaßnahme im Brandfall sicherheitstechnisch unbedenklich ist.

Der abwehrende Brandschutz umfasst feuerwehrtechnische Maßnahmen zur Bekämpfung von Gefahren für Leben, Gesundheit und Sachen, die durch einen Brand entstehen. Dies wird bei Kernkraftwerken im Betrieb (Leistungs-, Nichtleistungs- und Nachbetrieb) durch die Vorhaltung einer ausreichend leistungsfähigen Werkfeuerwehr nach Landesrecht gewährleistet. Im Rückbau kann der abwehrende Brandschutz je nach bestehender Gefährdungslage durch die öffentliche Feuerwehr übernommen werden, bei Bedarf mit Unterstützung einer nicht staatlich reglementierten betrieblich gestellten Feuerwehr (siehe Abschnitt 3.1.1).

Im Rahmen der Planung von Änderungs- bzw. Abbaumaßnahmen werden die brandschutztechnischen Aspekte stets berücksichtigt. Mit dem Arbeitserlaubnisverfahren wird sichergestellt, dass brandschutztechnische Belange bei allen relevanten Tätigkeiten berücksichtigt werden.

### **2.1.3 Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen**

Als Brandwirkungen kommen in Betracht /KTA 15/:

- Temperaturentwicklung im Brandraum,
- Temperaturentwicklung außerhalb des Brandraumes,
- Rauchentwicklung und Rauchausbreitung,
- Funkenflug, brennendes Abtropfen und
- Druckaufbau im Brandraum.

Im Rahmen des deutschen Auslegungsansatzes sind detaillierte Betrachtungen der Brandwirkungen (z. B. Temperatur, Druck, Ruß) innerhalb eines Brandbekämpfungsabschnittes nicht erforderlich, weil in der Regel im Brandfall konservativ alle SSC in dem betroffenen Brandbekämpfungsabschnitt als ausgefallen angenommen werden. In Ausnahmefällen (z. B. Sicherheitsbehälter eines DWR) wird auch von der Abstandstrennung Kredit genommen.

### **2.1.4 Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers)**

In den Ereignisanalysen für den Betrieb wird der radiologische Leitstörfall ermittelt. Brandwirkungen werden dabei berücksichtigt. In diesem Zusammenhang haben Brandwirkungen eine untergeordnete Bedeutung.

Im Rahmen brandschutztechnischer Bewertungen sowie der jeweils für eine Anlage ersten Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) ergaben die deterministischen und probabilistischen Brandgefahrenanalysen eine Anzahl von Schwachstellen. Führende Ereignisse wurden ermittelt und Optimierungsmaßnahmen abgeleitet, wie folgende Beispiele zeigen:

- Reduzierung von Brandlasten bei der Weiterentwicklung der einzelnen Baureihen von Kernkraftwerken,
- Veränderung der Ölversorgung der Hauptkühlmittelpumpe zur Reduzierung der Brandlast,
- Verwendung von Eigenmedium (Dampf/Wasser) anstatt von ölhydraulisch gesteuerten Armaturen.
- Die Verkabelung der Speisewasserbehälter-Füllstandsmessungen verlief in einer Anlage über die gleiche Kabelstrecke. Ein Brand in diesem Bereich des Maschinenhauses hätte zum Ausfall der Messungen mit nachfolgender Schutzabschaltung aller Speisewasserpumpen und in der Folge zu einem „Ausfall der kompletten Speisewasserversorgung“ geführt. Nach erfolgter Auftrennung der Verkabelung auf zwei Redundanzen wurde die Gefahr des gleichzeitigen Ausfalls beider Messungen im Brandfall – und damit der dominante PSA-Beitrag hinsichtlich der ermittelten Gefährdungshäufigkeit – wesentlich verringert, wie auch das Ergebnis der Nachfolgeanalysen verdeutlichte.

Bei potenziell redundanzübergreifenden Brandereignissen ist aufgrund einer nachträglich nicht mehr realisierbaren baulichen Trennung die Nachrüstung des anlagentechnischen Brandschutzes, z. B. mit automatisch ausgelösten Löschanlagen, erfolgt.

Die in den Brand-PSA ermittelten Häufigkeiten für Gefährdungszustände bzw. Kernschadenzuständen führen zu keinem dominierenden Anteil von Brandereignissen. Die PSA-Ergebnisse bestätigen den hohen Sicherheitsstandard der deutschen Kernkraftwerke auch in Bezug auf Brandereignisse.

Auch die Aktualisierungen der Brandsicherheitsanalysen im Rahmen der PSÜ führten zu keinem weiteren wesentlichen Optimierungspotenzial.

Anlassbezogene, anlagenspezifische probabilistische Brandrisikoanalysen ergaben, dass eine Änderung des Grundzustands einer Feuerlöscharmatur von „offen“ nach „geschlossen“ und die damit verbesserte Absperrmöglichkeit einer Löschwasserleitung einen Sicherheitsgewinn in Bezug auf anlageninterne Überflutungen bei Bruch dieser Leitung darstellt. Dieser Gewinn überwiegt die geringfügig höhere Ausfallwahrscheinlichkeit der Löschwasserversorgung durch einen Fehler bei der Öffnungsfunktion der Armatur.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für die Stilllegung und den Abbau eines Kernkraftwerks sind für zusätzlich unterstellte rückbauspezifische Brände die Freisetzungen von radioaktiven Stoffen sowie die radiologischen Auswirkungen nachgewiesen worden, vgl. dazu /FOR 20/. Zur Bewertung erforderliche Freisetzungsanteile werden z. B. der Konrad-Transportstudie /RIC 17/ entnommen.

### **2.1.5 PSÜ und Handhabung von Änderungen**

Betriebsbegleitend haben Brandschutzaspekte eine hohe Bedeutung und werden kontinuierlich bewertet. So werden neben der PSÜ auch

- nationale bzw. internationale Betriebserfahrungen,
- einschlägige Regelwerksänderungen und
- alle Änderungsmaßnahmen

stets auf brandschutztechnische Belange untersucht und bewertet. Ergeben sich daraus Änderungsanforderungen im Bereich des Brandschutzes, so werden diese im aufsichtlichen Verfahren umgesetzt.

Brandschutzbetrachtungen sind feste Bestandteile der PSÜ. Diese werden bei der Anlagenbeschreibung, der (deterministischen) Sicherheitsstatusanalyse sowie bei der probabilistischen Sicherheitsanalyse aktualisiert. Dies ermöglicht eine periodische ganzheitliche Betrachtung aller Brandschutzmaßnahmen.

Beispiele für Änderungen sind in Abschnitt 2.1.4 dargestellt.

### **2.1.5.1 Übersicht über die Maßnahmen**

Wegen der regelmäßigen Befassung mit brandschutztechnischen Belangen entsprechend Abschnitt 2.1.5 ergaben sich aus den erneut vorgelegten PSÜ keine weiteren wesentlichen brandschutztechnischen Optimierungen.

Im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens werden soweit erforderlich technische bzw. administrative Maßnahmen realisiert, wie z. B. brandschutztechnische Einhausungen, Bereitstellung von Brandwachen.

### **2.1.5.2 Stand der Umsetzung von Modifikationen/Änderungen**

Änderungen ergaben sich aus den jeweils ersten PSÜ, welche mehr als zehn Jahre zurückliegen. Diese wurden zeitnah umgesetzt. Weitere wesentliche brandschutztechnische Verbesserungen wurden aus nachfolgenden PSÜ nicht abgeleitet.

### **2.1.6 Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen**

Für die Auslegung und Errichtung der Kernkraftwerke wurden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens die brandschutztechnischen Aspekte bewertet.

Brandsicherheitsanalysen sind ein wesentlicher Bestandteil zur Bewertung und Optimierung des Sicherheitsniveaus. Die ganzheitliche Brandsicherheitsanalyse im Rahmen der jeweils ersten PSÜ hat Verbesserungspotenzial ausgewiesen.

Folgende Brandsicherheitsanalysen in den letzten durchgeführten PSÜ ergaben keine weiteren wesentlichen Schwachstellen.

#### **2.1.6.1 Übersicht über Stärken und Schwächen**

Wesentlichster Einflussparameter des Brandschutzkonzepts ist die bereits durch die Auslegung berücksichtigte verfahrenstechnische und brandschutztechnische Trennung von sicherheitstechnisch wichtigen Systemen zur Erfüllung der kerntechnischen Schutzziele.

Die Bedeutung dieses Auslegungsmerkmals zeigte sich in den Brandgefahrenanalysen. In Bereichen, in denen die Trennung stringent ausgeführt war, ergaben sich wenige Optimierungsmöglichkeiten. In Bereichen mit unzureichender baulicher Trennung wurden Maßnahmen zur nachträglichen Trennung bzw. Kompensationsmaßnahmen im anlagentechnischen Brandschutz (z. B. Installation von Löschanlagen) erforderlich.

#### **2.1.6.2 Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen, „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz**

Erkenntnisse ergaben sich u. a. aus den folgenden Brandereignissen in deutschen Kernkraftwerken während des Betriebs:

- Transformatorbrand

Aus dem ungestörten Leistungsbetrieb heraus kam es zu einem Kurzschluss in einem Maschinentransformator. Es wurde in großem Umfang Rauch freigesetzt. Die Brandmelder der Zuluftventilatoren des Schaltanlagegebäudes sprachen an. Die zugehörige Lüftungsanlage wurde infolgedessen automatisch auf den sogenannten „Entqualmungsbetrieb“ umgeschaltet, d. h. das Schaltanlagegebäude erhielt als Zuluft nur noch reine Außenluft (ohne Umluftanteil). Dies führte dazu, dass in das Schaltanlagegebäude, insbesondere auch die Hauptwarte der Anlage, vermehrt Brandgase – die in dem Rauch befindlichen Aerosole wurden in den Zuluftfiltern herausgefiltert – gelangten.

Die Ansteuerung der Lüftungsanlage über Brandmelder in den Zuluftträumen des Schaltanlagegebäudes und die hierüber ausgelöste Belüftung des Schaltanlagegebäudes allein mit Außenluft diente dazu, bei einem Brand im Schaltanlagegebäude eine Verteilung des Rauches innerhalb des Gebäudes über den Umluftbetrieb zu verhindern. Ein Brand im Außenbereich der Anlage in der Nähe der Außenluftöffnungen lag der Auslegung der Lüftungsanlage nicht zugrunde.

Im Nachgang wurden in den deutschen Kernkraftwerken die Lüftungsfahrweisen bei gebäudeexternen Brandereignissen überprüft und erforderlichenfalls angepasst, um den Eintrag von Brandgasen bei solchen Ereignissen zu minimieren. Zudem wurden Überwachungseinrichtungen an den Transformatoranlagen implementiert, die Transformatorschäden vorlaufend erkennen sollen, um den Brand eines Transformators deutlich unwahrscheinlicher werden zu lassen.

Zum Zeitpunkt des Ereignisses war in der betroffenen Anlage geregelt, dass der Schichtleitervertreter in Personalunion als Zugführer der Werkfeuerwehr eingesetzt ist. Im Nachgang wurde diese Regelung geändert (personelle Trennung der Positionen Schichtleitervertreter und Zugführer), um zu verhindern, dass im Brandfall Personen der Schichtmannschaft, die potenzielle Beratungs- und Entlastungsfunktionen zugunsten des Schichtleiters übernehmen können, nicht zur Verfügung stehen.

- Folgeschaden aufgrund eines Brandes nach Ölaustritt an einer Hauptkühlmittelpumpe

Bei einer wiederkehrenden Prüfung trat aufgrund eines vorangegangenen Montagefehlers an einer Verschraubung der Anhebeölleitung für die Hauptkühlmittelpumpe eine leichte Ölleckage auf, wodurch sich ausgetretenes Öl an einer heißen Komponente entzünden konnte. Das Ereignis zeigt, dass bei Ölsystemen Leckagen und deren Entzündung trotz vorbeugender Maßnahmen nicht gänzlich ausgeschlossen werden können. Der Bereich der Hauptkühlmittelpumpen mit möglichen Ölleckagen und hohen Anlagentemperaturen mit gleichzeitig schlechter Zugänglichkeit stellt generell einen Anlagenbereich mit erhöhtem Risiko dar, der durch geeignete Maßnahmen geschützt wird (z. B. durch den Einsatz von Sprühwasserlöschanlagen, Verwendung von flüssigkeitsdichten Isolierungen, integrierte Ölversorgung). Der Ablauf der Erkennung und Bekämpfung des Brandes bestätigte die Richtigkeit und ausreichende Funktionalität der vorgesehenen Maßnahmen der Branderkennung (Melder und Fernsehkamera zur Verifikation) und der Brandbekämpfung an den Hauptkühlmittelpumpen mittels stationärer Sprühwasserlöschanlagen mit manueller Auslösung.

Erkenntnisse ergaben sich aus Brandereignissen während des Rückbaus deutscher Kernkraftwerke:

- Schwelbrand von Reststoffen in einem Abfallbinde innerhalb der Trocknungsanlage (siehe auch /FOR 19/)



Beim Trocknungsvorgang von Mischabfällen in einer nicht luftdichten Wärmekammer kam es zu einem Schwelbrand innerhalb des Abfallgebüdes. Durch den pulverförmigen Zustand des Abfalls wurde dessen Entzündungstemperatur so weit abgesenkt, dass sich der Abfall unter den gegebenen Prozessparametern selbstentzündete konnte. Es hat sich gezeigt, dass durch die vorhandene Brandbekämpfungseinrichtung (CO<sub>2</sub>-Inertisierung) und den Einsatz der Werkfeuerwehr der Schwelbrand unter Kontrolle gebracht und gelöscht werden konnte. Mit im Nachhinein ergänzend getroffenen Zusatzmaßnahmen (Änderung der Prozessparameter, Zusatznachweis einer Nicht-Selbstentzündung des zu trocknenden Materials, Anpassung Meldekriterien etc.) wurde die Wahrscheinlichkeit einer Wiederholung des Ereignisses erheblich reduziert.

- Selbstverlöschender Brand der Dampferzeuger-Rückbaueinhausung (Veröffentlichung siehe /ART 22/)

Bei der Zerlegung der Dampferzeuger in Einbaulage mittels Seilsäge kam es zu einem Kleinbrandereignis. Aufgrund der Feinstaubbelastung beim Dampferzeugerrückbau wurde der Bereich eingehaust und mit einer separaten Lüftung versehen und alle Brandmelder freigeschaltet. Die Einhausung bestand aus einem Gestell aus Gerüstbaumaterial (nicht brennbar) und Folien der Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 welche an Stößen mittels Gewebeklebeband (brennbar) verklebt waren. Während eines Sägevorgangs durch eine inhomogene Struktur wurde auch ein kleines Stück von einem Abstandshalter abgetrennt, welches ca. 5 m tief in eine Ecke des Gebäudes fiel. Hier befand sich eine Überlappung der mit Klebeband fixierten Folien. Diese entzündete sich infolge der hohen durch den Seilsägevorgang initiierten Temperatur im Abstandshalterstück. Aufgrund der Verwendung von B1-Folie war der Brand bereits vor Eintreffen der Werkfeuerwehr selbstverlöscht. Um das Risiko einer Brandentstehung weiter zu minimieren sind folgende Zusatzmaßnahme ergriffen worden:

1. Schnittführung außerhalb des Bereiches von kleinem Schnittgut bzw. vorab Entfernung des kleinen Schnittgutes im Bereich des Sägesekles zur Sicherstellung der Verteilung bzw. Ableitung der vom Seil eingebrachten Wärmeenergie
2. zyklische thermische Kontrolle am Schnittgut (Seilaustritt) bei Schnittkontrolle, vor Pausenzeiten und bei Arbeitsende inkl. Dokumentation
3. Bei Messung > 100 °C erfolgt die Breitstellung einer Brandwache (bis < 100 °C).

Relevante Erkenntnisse ergaben sich u. a. aus den folgenden internationalen Brandereignissen:

- Fukushima-Nachbewertung erdbebeninduzierter Brandgefahren

Aufgrund der Erkenntnisse aus dem Ereignis am Standort Fukushima Dai-ichi und Fukushima Dai-ii am 11.03.2011 sowie dem Ereignis im Kernkraftwerk Kashiwazaki-Kariwa, Block 3 am 16.07.2007 haben die Betreiber Nachbewertungen erdbebeninduzierten Brandgefahren durchgeführt.

Das Brandbekämpfungskonzept wurde überprüft und es wurde nachgewiesen, dass die Anlagen bei Erdbeben oder anderen Einwirkungen von außen nicht unmittelbar auf externe Unterstützung angewiesen sind. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass mehr als eine Zugangsmöglichkeit für Rettungsfahrzeuge zu den Kraftwerken vorhanden ist. Gegebenenfalls können technische Geräte verwendet werden, um nach Erdbeben beeinträchtigte Zufahrten oder Zugänge wiederherzustellen.

Erdbebeninduzierte Zerstörung von Feuerlöscheinrichtungen wurde nachbewertet. Falls ortsfeste installierte Brandbekämpfungseinrichtungen beschädigt werden, können mit mobilen Einrichtungen Brände bekämpft werden. Eine Löschwasserversorgung mit mobiler Technik ist jederzeit möglich und die Zugänglichkeit der sicherheitstechnisch wichtigen Gebäude ist gewährleistet.

Auch die Verfügbarkeit der Bevorratung von chemischen Löschmitteln nach einem Erdbebenfall oder bei anderen Einwirkungen von außen wurde betrachtet und nachbewertet.

Ein Teil der Beispiele zeigt auf, dass Brandrisiken auch im Rückbau der Kernkraftwerke von grundsätzlicher Bedeutung bleiben, wobei jedoch in dieser Betriebsphase der Personenschutz im Vordergrund steht, da das mobilisierbare Aktivitätsinventar zu keinen erheblichen radiologischen Auswirkungen mehr führen kann.

Erkenntnisse aus Überprüfungen von Brandschutzmaßnahmen:

- Befunde an Brandschutztüren älterer Bauart (Herstellungsjahr bis ca. 1976)

Bei einer Überprüfung von bereits ausgebauten Brandschutztüren älterer Bauart wurden im Zusammenhang mit der Bewertung und dem Austausch von Brandschutztüren eine Verlagerung (Absacken) der Mineralwollmatten im Türblatt festgestellt. Eine Überprüfung vergleichbarer Türen zeigte zum Teil eine unvollständige Füllung mit Mineralwolle. Die unvollständige Füllung an Brandschutztüren wurde auf mangelnde Qualitätssicherung im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung bei der Türenfertigung im jeweiligen Herstellerwerk zurückgeführt. Als Ursache für die Verlagerung der Mineralwolle wurde von Alterungseffekten ausgegangen. Als Folge dieser Ergebnisse wurden vergleichbare Türen hinsichtlich ihres Aufbaus bewertet, auf Mängel überprüft und bei Bedarf ausgetauscht bzw. saniert. Als weitere Folge dieser Ereignisse wurde die Weiterleitungsnachricht WLN 2013/02A (vgl. Anhang A2) erstellt. Resultierend hieraus wurden in weiteren deutschen Kernkraftwerken Mängel an Brandschutztüren älterer Bauart festgestellt. Die betroffenen Türen wurden gegen neue Brandschutztüren ausgetauscht oder in Einzelfällen mit Ingenieurmethoden des Brandschutzes nachbewertet.

- Befunde an Kabel- und Rohrabschottungen

Im Rahmen von Ertüchtigungen im Brandschutz wurden (Rohrdurchführungen, Kabeldurchführungen) systematisch überprüft. Dabei wurde festgestellt, dass bei Abschottungen teilweise zwar Blechverschlüsse vorhanden waren, aber die Füllung mit Mineralwolle gefehlt hat. Es stellte sich heraus, dass die betroffenen Abschottungen bei der Errichtung der Anlage brandschutztechnisch nicht ordnungsgemäß ausgeführt wurden. Aufgrund der Systematik wurden Abschottungen in sicherheitstechnisch relevanten Gebäuden auf ähnliche Mängel hin überprüft und bei Abweichungen zum Sollzustand entsprechend ihrer Zulassung ertüchtigt. Als Folge dieses Ereignisses wurde die Weiterleitungsnachricht WLN 2013/02 erstellt. Resultierend hieraus wurden in einigen deutschen Kernkraftwerken Ertüchtigungen, insbesondere von Streckenisolierungen an Rohrabschottungen, sowie Verbesserungen der Kennzeichnung vor Ort und der Dokumentation durchgeführt.

Der Mehrwert aus der kontinuierlichen Begleitung und Bewertung der brandschutztechnischen Maßnahmen, wie wiederkehrende Prüfungen (entsprechend KTA, siehe Abschnitt 3.3) und Betriebsbegehungen zum Brandschutz entsprechend anlagenspezifischen Regelungen wurde mit den positiven Ergebnissen der letzten PSÜ bestätigt.

Erkenntnisse aus internationalen „Missions“ den Brandschutz betreffend liegen für deutsche Kernkraftwerke nicht vor.

Die wesentlichen Ergebnisse bzw. Erkenntnissen aus den periodischen Überprüfungen (PSÜ und PSA) wurden bereits in Abschnitt 2.1.4 dargelegt.

### **2.1.7 Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen**

Die Brandsicherheitsanalysen für deutsche Kernkraftwerke werden in Abschnitt 2.1 zutreffend dargestellt.

#### **2.1.7.1 Übersicht über die seitens Aufsichtsbehörde identifizierten Stärken und Schwächen**

Den Anforderungen des Regelwerks (vgl. Abschnitt 1.2.1) entsprechend wurden im Rahmen von PSÜ – bezogen auf den Leistungsbetrieb – deterministische Brandgefahrenanalysen und probabilistische Brandrisikobewertungen (Brand-PSA) durchgeführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse zu brandschutztechnischen Verbesserungsmöglichkeiten wurden jeweils zeitnah umgesetzt. Aufgrund der unterschiedlichen Zeitpunkte der Auslegung der einzelnen Anlagen wurden im Laufe der Zeit in unterschiedlichem Umfang Optimierungen durchgeführt, wodurch stets ein hohes Brandschutzniveau unter Berücksichtigung der Entwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik sichergestellt wurde.

Ausgehend von diesem im Leistungsbetrieb erreichten Standard stellen der Restbetrieb und der Rückbau der Kernkraftwerke nun eine gegenüber dem vorangegangenen Leistungsbetrieb veränderte und sich mit fortschreitendem Abbau stetig weiter verändernde Betriebsweise dar, die ihrerseits direkte Auswirkungen auf die Anforderungen an den Brandschutz haben kann.

Die Notwendigkeit zusätzlicher oder veränderter Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes kann sich aus den angewendeten Abbauverfahren und den dabei zum Einsatz kommenden Geräten und sonstigen Hilfsmitteln ergeben.

Für den Restbetrieb besteht die Möglichkeit eines Brandes durch die in der Anlage vorhandenen Brandlasten, durch die in Betrieb verbleibenden Systeme aus dem bisherigen Leistungsbetrieb oder durch geschaffene Ersatzsysteme, durch die Zunahme der Anzahl und Art von Heißarbeiten und die Änderungen von Raumbereichen und Brandabschnitten. Diese Brandmöglichkeiten sind mit den Brandschutzmaßnahmen des bisherigen Leistungsbetriebs beherrschbar.

Vergrößert wird die Brandmöglichkeit während des Restbetriebs unter Umständen durch die Maßnahmen und Verfahren des Abbaus.

#### **2.1.7.2 Erkenntnisse aus Überprüfung und Bewertung im Rahmen der Aufsicht**

Zur Berücksichtigung der vorangehend dargestellten Umstände während des Restbetriebs und des Rückbaus der Kernkraftwerke erfolgt im aufsichtlichen Verfahren die Bewertung der Notwendigkeit zusätzlicher spezifischer Brandschutzmaßnahmen bei der Festlegung der Abbauplanung per Änderungsanzeige bzw. mittels Abbaubeschreibungen.

Außerbetriebnahmen von Systemen erfolgen im Rahmen von Änderungsverfahren. Im Aufsichtsverfahren werden sie auf ihre brandschutztechnische Vertretbarkeit und auf ihre Rückwirkungsfreiheit auf die in Betrieb verbleibenden Systeme überprüft.

### **2.1.7.3 Schlussfolgerungen zur Eignung der Brandsicherheitsanalysen des Genehmigungsinhabers**

Insgesamt wird durch die oben beschriebenen Brandsicherheitsanalysen für alle Phasen des Betriebs sichergestellt, dass die Einrichtungen und Maßnahmen des Brandschutzes während des Restbetriebs geeignet sind, die Erfüllung der Schutzziele zu gewährleisten und die erforderlichen Aufgaben zu erfüllen.

## **2.2 Forschungsreaktoren**

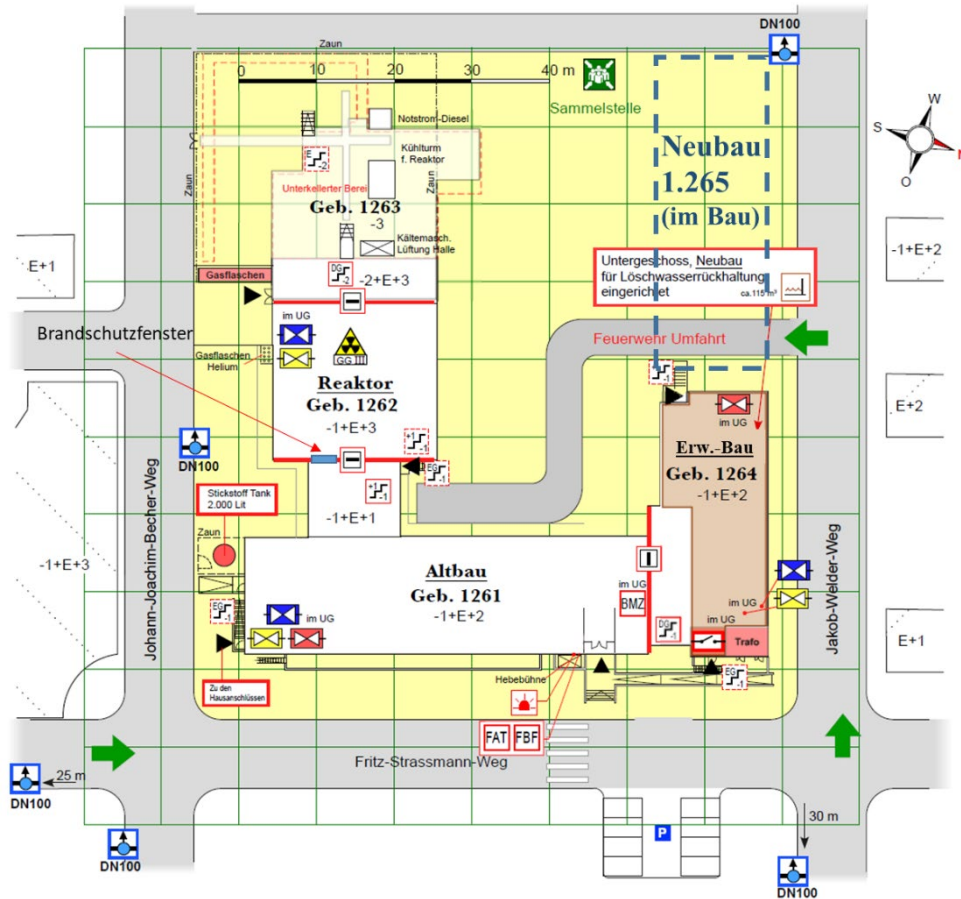
Es wird innerhalb der Brandsicherheitsanalysen für Forschungsreaktoren hinsichtlich des Brandschutzes à priori nicht zwischen verschiedenen Anlagenbetriebszuständen unterschieden.

Die Kombination von Ereignissen (z. B. Brand nach Erdbeben) wurde berücksichtigt, indem Brände stets postuliert wurden. Konkret bleibt beispielsweise der Zugang gewährleistet, indem entweder erdbebensichere Türen verbaut wurden oder die Türen so leicht gestaltet wurden, dass sie sich mit der Feuerwehr zur Verfügung stehenden Maßnahmen auch im verklemmten Zustand noch öffnen lassen. Die Redundanztrennung bleibt gewährleistet. Brandschutzeinrichtungen sind standsicher nach Erdbeben ausgeführt.

### **2.2.1 Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen**

#### **FR MZ**

Die abdeckend gewählten Brandschutzmaßnahmen am FR MZ begründen sich auf dem niedrigen Gefährdungspotenzial eines TRIGA Reaktors, dass sich aus dem geringen Inventar und der inhärenten Sicherheit des Brennstoffs ergibt. So sind am FR MZ Maßnahmen des konventionellen Brandschutzes umgesetzt, wie sie auch in anderen Laborgebäuden und Forschungseinrichtungen zu finden sind. Das Reaktorgebäude wurde dabei als bauliche Anlage besonderer Art oder Nutzung im Sinne des § 50 der Landesbauordnung Rheinland-Pfalz eingeordnet. Hierbei wurden die Einrichtungen über die Betriebsdauer gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik sowohl im Hinblick auf den baulichen Brandschutz als auch auf den anlagentechnischen Brandschutz kontinuierlich erweitert. In Abbildung 2-1 ist ein Lageplan der Reaktoranlage mit angegliederten Labor- und Verwaltungsgebäuden dargestellt, wie er der zuständigen Berufsfeuerwehr Mainz vorliegt und wie er in der Feuerwehreinformativzentrale im Windfang des Altbaus zu finden ist. Der Umriss des derzeit im Bau befindlichen Neubaus wurde nachträglich eingezeichnet und ist nicht maßstäblich. Hierfür sind noch aktualisierte Pläne zu erstellen und mit der für Brandschutz zuständigen Behörde abzustimmen.



**Abbildung 2-1** Lageplan des FR MZ (Brandabschnittsgrenzen rot markiert)

Das erste Brandschutzgutachten des Forschungsreaktors Mainz wurde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens des Reaktors um 1962 durchgeführt und ergab eine Reihe „feuersicherheitlicher Forderungen“, welche vollumfänglich umgesetzt wurden. Durch eine Baumaßnahme an dem an die Reaktorhalle angrenzenden Altbau wurde 1982 ein weiteres Brandschutzgutachten erstellt, woraus sich hauptsächlich Maßnahmenforderungen für dieses Gebäude ergaben, welche zeitnah umgesetzt wurden. Im Auftrag der GRS wurde im Jahr 1992 ein Brandschutzgutachten im Rahmen einer Studie zu den „brandschutztechnischen Gegebenheiten von Forschungsreaktoren und ihre sicherheitstechnische Bewertung“ erstellt, welche zu dem Ergebnis kommt, dass die Maßnahmen des konventionellen Brandschutzes für den FR MZ ausreichend sind. Im Jahr 1994 wurden die Kühlkreisläufe des TRIGA Mainz erneuert, wodurch ein weiteres Brandschutzgutachten nötig wurde.

Ausgelöst durch eine Weiterleitungsnachricht der GRS (WLN 2013/02) (vgl. Anhang A2) aus dem Jahr 2013 wurde ein weiteres Gutachten mit besonderem Augenmerk auf Brandschottungen an Kabeldurchführungen und Wanddurchbrüchen durchgeführt. Daraus ergaben sich umfassende Sanierungsmaßnahmen, welche nach Stand von Wissenschaft und Technik umgesetzt wurden.

2014 wurde eine Sanierungsstudie des Altbaus erstellt, in deren Rahmen erneut ein Brandschutzgutachten erstellt wurde.

## FRM II

Im Rahmen der deterministischen Analysen wurde für jeden Raum die zulässige Brandbelastung pro Grundfläche des Rums [ $\text{kW}/\text{m}^2$ ] in einer raumspezifischen Brandlastliste definiert und daraus die

erforderlichen Maßnahmen (Art und Umfang der Detektion, Vorhaltung von Löschmitteln vor Ort, Erfordernis von Sprinkleranlagen, Einrichtung von Brand- und Brandbekämpfungsabschnitten) abgeleitet. Die Einhaltung dieser raumspezifischen Grenzwerte wird sichergestellt durch

- brandschutztechnische Bewertung von Anlagenänderungen, insbesondere auch bei Änderungen an den experimentellen Einrichtungen und Aufbauten aus dem Bereich Wissenschaft,
- administrative Maßnahmen im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens,
- Personalschulung im Rahmen der jährlich verpflichtenden Unterweisungen und Übungen,
- regelmäßige Begehungen durch eigenes Personal und Externe (Feuerwehr, Gutachter).

Falls erforderlich, werden die o. g. Maßnahmen entsprechend angepasst.

### **2.2.2 Grundlegende Annahmen und Methoden**

#### **FR MZ**

Bei den durchgeführten Brandschutzgutachten handelt es sich ausschließlich um brandschutztechnische Bewertungen, die nach Vor-Ort-Begehung durchgeführt wurden. Angenommene Brandszenarien wurden nicht explizit betrachtet oder Modellrechnungen hierzu durchgeführt. Dies erscheint im Hinblick auf das niedrige Gefährdungspotenzial des FR MZ mit geringem Aktivitätsinventar und den folglich nicht über den konventionellen Brandschutz hinausgehenden Anforderungen als gerechtfertigt. Dafür sprechen insbesondere folgende Eigenschaften:

- Inhärente Sicherheit des Reaktors durch das Design der Brennelemente und des Brennstoffs, wodurch es auch im Falle eines Brandes und/oder dem Ausfall von Infrastruktur zu keiner Freisetzung in Folge eines Hüllrohrschadens kommen kann.
- geringes Aktivitätsinventar.

#### **FRM II**

Für den FRM II wurde postuliert, dass vorhandene Brandlasten mobilisiert werden können. Aus den maximal erlaubten bzw. maximal vorhandenen Brandlasten in Verbindung mit den vor Ort vorhandenen Gegebenheiten und SSC und deren Schutzbedürftigkeit wurden dann entsprechende Brandschutzmaßnahmen festgelegt. Dazu gehört das Festlegen von Anzahl und Art der vor Ort vorzuhaltenden Feuerlöscher, Installation von Sprinkler- oder Sprühflutanlagen, Errichten von qualifizierten Abschlüssen etc.

### **2.2.3 Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen**

#### **FR MZ**

Für den FR MZ wurden weder wurden eine formale Brandgefahrenanalyse noch eine Brand PSA durchgeführt, da es zum Zeitpunkt der Errichtung der Anlage kein Regelwerk gab, das eine solche Analyse vorsieht. Auch später ergab sich aus den Anforderungen im Sinne des konventionellen Brandschutzes hierfür keine Notwendigkeit. In Abstimmung mit der Aufsichtsbehörde sind entsprechende Analysen für den FR MZ nicht notwendig.

## FRM II

Als Brandwirkungen kommen in Betracht /KTA 15/:

- Temperaturentwicklung im Brandraum,
- Temperaturentwicklung außerhalb des Brandraumes,
- Raumentwicklung und Rauchausbreitung,
- Funkenflug, brennendes Abtropfen und
- Druckaufbau im Brandraum.

Im Rahmen des deutschen Auslegungsansatzes sind detaillierte Untersuchungen der Brandwirkungen (z. B. Temperatur, Druck, Ruß) innerhalb eines Brandbekämpfungsabschnittes nicht erforderlich, weil im Brandfall konservativ alle SSC in dem betroffenen Brandbekämpfungsabschnitt als ausgefallen angenommen werden.

Es wurde postuliert, dass ein Brand entsteht. Mehrere, parallel entstehende Brände wurden entsprechend KTA 2101 /KTA 15/ nicht unterstellt. Allerdings ist das Feuerlöschsystem so ausgelegt, dass es mehrere parallel erforderliche Löscheinsätze ermöglicht.

### 2.2.4 Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers)

## FR MZ

Wie bereits in Abschnitt 2.2.1 ausgeführt, gab es am FR MZ einige brandschutztechnische Bewertungen, die zu Nachrüstmaßnahmen geführt haben, um die Anlage auf den Stand von Wissenschaft und Technik zu bringen. Anlässe für diese Bewertungen waren anstehende Sanierungsmaßnahmen oder Weiterleitungsnachrichten (vgl. Anhang A2). Die Anforderungen des konventionellen Brandschutzes sind am FR MZ vollumfänglich umgesetzt.

## FRM II

Im Rahmen brandschutztechnischer Bewertungen sowie der ersten Periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) ergaben die Brandgefahrenanalysen keine Schwachstellen. Die Ergebnisse bestätigen den hohen Sicherheitsstandard des FRM II auch in Bezug auf Brandereignisse.

### 2.2.5 PSÜ und Handhabung von Änderungen

## FR MZ

Die erste PSÜ nach Atomgesetz, in welcher ebenfalls der Brandschutz begutachtet wurde, wurde am FR MZ im Jahr 2021 fertiggestellt. Hieraus ergaben sich keine Maßnahmenforderungen in Bezug auf den Brandschutz am FR MZ.

Der Bedarf für brandschutztechnische Änderungen wird durch die Abteilung Technisches Liegenschaftsmanagement/Brandschutzeinrichtung der Johannes Gutenberg-Universität Mainz erfasst und kleinere Maßnahmen selbständig umgesetzt. Größere bauliche Maßnahmen zum Brandschutz

werden bei Bedarf durch den Landesbetrieb Liegenschaften- und Baubetreuung (LBB) des Landes Rheinland-Pfalz durchgeführt.

## **FRM II**

Im Rahmen der PSÜ wurde keine erneute deterministische Brandsicherheitsanalyse für den FRM II durchgeführt. Im Rahmen der probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA) wurde Brand unter den Einwirkungen von innen und außen betrachtet.

Änderungen werden gemäß den im Betriebshandbuch festgelegten Verfahren behandelt. Details für Bau und Änderung der wissenschaftlichen Experimente finden sich ebenfalls im Betriebshandbuch.

Hinsichtlich der PSÜ ergaben sich keine Konsequenzen bezüglich des Brandschutzes. In der PSA wurden Brände als „Einwirkung von innen“ berücksichtigt. Die angenommene Eintrittshäufigkeit beträgt  $5 \cdot 10^{-2}$  pro Jahr. Die Kernschadenshäufigkeit (CDF) gemäß PSA aufgrund von Brandereignissen ergibt sich daraus zu etwa  $8 \cdot 10^{-8}$  pro Jahr. Das ist weniger als 1 % der gesamten CDF und ist damit vernachlässigbar.

Betriebsbegleitend haben Brandschutzaspekte eine hohe Bedeutung und werden kontinuierlich bewertet. So werden

- nationale bzw. internationale Betriebserfahrungen,
- einschlägige Regelwerksänderungen und
- alle Änderungsmaßnahmen

stets auf brandschutztechnische Belange untersucht und bewertet. Ergeben sich daraus Änderungsanforderungen im Bereich des Brandschutzes, so werden diese im aufsichtlichen Verfahren umgesetzt.

Änderungen hinsichtlich des Brandschutzes werden im Änderungsverfahren gemäß Betriebshandbuch (BHB) umgesetzt. Veränderungen/Nachrüstungen wurden bereits im Abschnitt 2.2.4 beschrieben. Die Maßnahmen betrafen die vollständige Erneuerung der Brandmeldeanlage CYE nach Abkündigung durch den Hersteller und die Erneuerung der Sicherheitsbeleuchtung wegen Obsoleszenz.

### **2.2.5.1 Übersicht über Maßnahmen**

#### **FR MZ**

Aus dem ersten Brandschutzgutachten von 1962 ergab sich die Forderung nach der Errichtung zusätzlicher Fluchtwege und Fluchttüren sowie der feuerbeständigen Ausführung tragender Konstruktionen des Gebäudes. Weiterhin wurden Rauchabzüge für die Treppenhäuser gefordert.

Aufgrund des Brandschutzgutachtens aus dem Jahr 1982 wurden Stützen und Wände der neu zu errichtenden Lüftungszentrale auf dem angrenzenden Institutsgebäude aus nicht brennbaren Baustoffen hergestellt und die Geschossdecke feuerbeständig gefertigt.



Das Brandschutzgutachten aus dem Jahr 1992 hat zur Abtrennung des Reaktorbereichs vom Institutsgebäude als eigenem Brandabschnitt geführt. Hierfür wurde eine zusätzliche feuerbeständige Tür eingebaut. Die Türen zum Lagerraum der unbestrahlten Brennelemente wurden als Brandschutztüren ausgeführt, und der Brennelementtresor ist feuerbeständig ausgeführt.

Bei den sehr umfangreichen Umbaumaßnahmen zur Erneuerung der Kühlkreisläufe wurde nach dem Brandschutzgutachten 1994 die Verglasung zwischen der Ostwand der Reaktorhalle und dem Büro des Strahlenschutzbeauftragten im Erdgeschoss bzw. der elektronischen Werkstatt im 1. Obergeschoss im Verbindungsbau zwischen Reaktorhalle und Altbau durch eine feuerbeständige Brandschutzverglasung nach DIN 4102, Teil 13 ersetzt (siehe Abbildung 2-1).

Das Brandschutzgutachten von 2013 in Folge der Weiterleitungsnachricht WLN 2013/02 „Befunde an bautechnischen Brandschutzmaßnahmen im Kernkraftwerk [...]“ hat zu einer Reihe von Maßnahmen geführt. Hierbei wurden einige nicht oder nach den gültigen Regeln der Technik nicht fachgerecht ausgeführte Brandabschottungen in Stand gesetzt oder ausgetauscht. Weiterhin kam es zum Einbau einer zusätzlichen Brandschutzklappe in einem Lüftungskanal zur Reaktorhalle.

Im Jahr 2014 wurden im Flurbereich des Laborgebäudes große Schwächen bei der horizontalen und vertikalen Brandschottung festgestellt, welche unter anderem den Ausschlag dafür gaben, statt der Sanierung des Bestandsgebäudes einen Neubau des Institutsgebäudes zu forcieren. Hierbei wurden auch im Bereich der Reaktoranlage fehlende Brandschotts und ungeeignete Türen zur Trennung von Brandabschnitten identifiziert, die zum Ersatz durch feuerhemmende Brandschutztüren und der Ausführung zusätzlicher Brandschotts geführt haben.

## **FRM II**

Wegen der regelmäßigen Befassung mit brandschutztechnischen Belangen entsprechend Abschnitt 2.2.5 ergaben sich aus der PSÜ keine weiteren wesentlichen brandschutztechnischen Optimierungen.

Im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens werden soweit erforderlich technische bzw. administrative Maßnahmen realisiert, wie z. B. brandschutztechnische Einhausungen, Bereitstellung von Brandwachen.

### **2.2.5.2 Stand der Umsetzung von Modifikationen/Änderungen**

## **FR MZ**

Alle Maßnahmenforderungen aus vergangenen Brandschutzgutachten, die das Reaktorgebäude und dessen Anbau betreffen, sind zwischenzeitlich umgesetzt worden. Die Unzulänglichkeiten der Brandabschottung in den Fluren des Altbaus bestehen bis zum Bezug des Neubaus (voraussichtlich 2024) in Abstimmung und Duldung durch die Behörden weiterhin. Der Brandschutzzustand des Altbaus hat jedoch keine Rückwirkung auf das Reaktorgebäude. Es erfolgt künftig eine vollständige bauliche und somit auch brandschutztechnische Abtrennung, bevor im Anschluss der Altbau dekontaminiert und zurückgebaut wird.

## **FRM II**

Aus der PSÜ resultierten keine Maßnahmen. Sonstige Maßnahmen werden zeitnah umgesetzt. Es gibt keine offenen Maßnahmen.

### **2.2.6 Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen**

Die an beiden Forschungsreaktoren angewandte Konzept der Festlegung zulässiger Brandlasten, daraus Ableitung der erforderlichen Brandschutzmaßnahmen sowie dem gestaffelten Sicherheitskonzept und der regelmäßigen internen und externen Überprüfung erweist sich in der Praxis als robust und im erforderlichen Ausmaß umsetzbar. Es konnte kein Bedarf für weitere Analysen identifiziert werden.

#### **2.2.6.1 Übersicht über die seitens Aufsichtsbehörde identifizierten Stärken und Schwächen**

### **FR MZ**

Zusammenfassend kann man sagen, dass sich die überwiegende Zahl der vorgefundenen Auffälligkeiten durch die sich im Laufe der Jahrzehnte immer strenger gewordenen Anforderungen an den baulichen Brandschutz ergeben haben. Hier sind insbesondere die teilweise nicht vorhandenen Brandschotts oder die fehlenden Brandschutztüren zu nennen. Dies spricht dafür, dass der Brandschutz am FR MZ eine große Bedeutung hat und dass dieser einen kontinuierlichen Angleich an den Stand von Wissenschaft und Technik erhält. Die jeweiligen Maßnahmen werden umgesetzt und Mängel bei der Umsetzung sind hier die Ausnahme. Des Weiteren wird der Brandschutz schon seit Bestehen des FR MZ regelmäßig in Abstimmung mit der zuständigen Behörde weiterentwickelt und auf dem Stand von Wissenschaft und Technik gehalten.

Alle Maßnahmenforderungen wurden in Zusammenarbeit mit der zuständigen Bauaufsichtsbehörde bzw. dem Gebäudeeigentümer zeitnah umgesetzt.

## **FRM II**

Im Zuge der PSÜ für den FRM II haben sich bisher keine Erkenntnisse ergeben, die Anlass zu Anpassungen der bestehenden Brandschutzmaßnahmen ergeben hätten. Sollten sich im Rahmen dieser Untersuchungen Hinweise zu erforderlichen Optimierungsmöglichkeiten ergeben, werden diese im aufsichtlichen Verfahren zeitnah umgesetzt.

#### **2.2.6.2 Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen, „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz usw.**

Unter anderem wurden für die Forschungsreaktoren Informationen aus den folgenden Quellen bearbeitet und im erforderlichen Umfang berücksichtigt:

- Meldepflichtige Ereignisse (ME) an den Forschungsreaktoren und an anderen Anlagen,
- Weiterleitungsnachrichten (WLN) der GRS,
- Erkenntnisse aus Betriebsbegehungen und Anlagenbegehungen sowie

- Erkenntnisse aus WKP und der Betriebserfahrung.

Gemäß deutschem Regelwerk sind für Forschungsreaktoren keine „Missions“ vorgeschrieben und werden daher auch nicht systematisch durchgeführt.

## **FR MZ**

1977 gab es eine technische Notiz des Herstellers des TRIGA-Reaktors General Atomic, in der den Betreibern die Nachrüstung von Rauchmeldern empfohlen wurde. Auslöser war ein Kabelbrand in der Zentrale der Firma. Daraufhin wurde beim FR MZ die Nachrüstung von Rauchmeldern veranlasst, was 1984 zur Planung und Installation einer neuen Brandmeldeanlage geführt hat. Diese Anlage wurde schließlich kontinuierlich erweitert und dem Stand von Wissenschaft und Technik angepasst.

Im Rahmen der Robustheitsanalyse für Forschungsreaktoren wurde 2012 der zuständige Gutachter mit der Anfertigung einer Studie zu den Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf den FR MZ mit anschließendem Kerosinbrand beauftragt. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass unter ungünstigsten und sehr unwahrscheinlichen Bedingungen wie zum Beispiel dem vollständigen Verlust des Reaktorwassers und Temperaturen von 1.100 °C an den Brennelementen mit anschließender Freisetzung von Radionukliden durch Hüllrohrschäden zu rechnen ist. Allerdings wurde keiner der Eingreifrichtwerte gemäß SSK-Leitfaden /SSK 04/ für notwendige Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung zu mehr als 30 % ausgeschöpft. Dieses Ergebnis trotz der Betrachtung einer Verkettung der Zerstörung des Reaktorkerns mit einem Flüssigkeitsbrand bestätigt die Einschätzung, dass für den FR MZ Maßnahmen des konventionellen Brandschutzes ausreichend sind und unter Annahme eines eher wahrscheinlichen Brandszenarios keine SSC in einer Art und Weise beeinträchtigt werden, dass die kerntechnischen Schutzziele gefährdet sind.

Weitere Erfahrungswerte zieht der Betreiber aus bisherigen Einsätzen der Feuerwehr am Standort.

Dabei war der überwiegende Teil der Einsätze auf Fehlalarmierungen der Brandmeldeanlage, ausgelöst durch staubentwickelnde Arbeiten von Fremdfirmen, zurückzuführen. Als Konsequenz wurde auf das Thema verstärkt in den Erst- und jährlichen Folgeunterweisungen hingewiesen und den Mitarbeitern das Vorgehen bei der Abmeldung von Brandmeldelinien verdeutlicht.

Der Brand in der Firmenzentrale des Herstellers der TRIGA Reaktoren, General Atomic, hat zu einer Aufforderung an alle TRIGA-Betreiber geführt, Brandmeldeanlagen nachzurüsten. Dies war der Auslöser für die Errichtung einer Brandmeldeanlage am FR MZ.

Ein heiß gelaufener Lüftungsmotor führte 2018 zu einem durch einen Rauchmelder ausgelösten Feuerwehreinsatz. Dabei kam es an dem überhitzten Motor zur Rauchbildung, ein Feuer war jedoch nicht ausgebrochen. Es wurde auch keine Aktivität freigesetzt und es entstand lediglich ein Sachschaden an dem Motor selbst, der in Folge des Einsatzes ausgetauscht wurde. Dieses Ereignis hat gezeigt, dass von der Detektion des Rauches, über die Meldungen an Feuerwehr, Rufbereitschaft und Reaktormannschaft sowie die Organisation des Einsatzes vor Ort alles wie vorgesehen abläuft.

Der Betreiber bewertet die hier beschriebenen Ereignisse als im Rahmen der Auslegung berücksichtigte Ereignisse, aus denen sich keine besonderen Maßnahmen bezüglich des Brandschutzes ableiten lassen.

## FRM II

Auf Grund von Erkenntnisgewinn (Weiterleitungsnachricht, vgl. Anhang A2) wurden im FRM II einige Kanalrauchmelder nachgerüstet und ein Spezialwerkzeug zur verbesserten Prüfung von Brandschutzklappen beschafft (vgl. u. g. Ereignis zu Brandschutzklappen aus dem Jahr 2009). Weiterhin wurde ein mechanischer Absperrschieber im Feuerlöschsystem mit Trinkwasser mit einem mechanischen Schloss nachgerüstet (vgl. u. g. Ereignis zum Feuerlöschsystem aus dem Jahr 2009). Auf Grund von Betriebserfahrungen oder geändertem Regelwerk wurden die Brandschutz- und Alarmordnung mehrfach aktualisiert.

Ereignisse am FRM II, die eine bedeutende Veränderung von Brandschutzmaßnahmen erfordert hätten, gab es bisher nicht. Wo betrieblich erforderlich, wurden Anpassungen im Brandschutz vorgenommen. Beispielsweise wurden im Bereitstellungsraum für schwachaktive Abfälle vorsorglich zusätzliche Sprühdüsen nachgerüstet, da die dort gelagerten Brandlasten über die maximal gemäß Brandlastliste zulässigen hinausgehen könnten.

Die Erfahrung mit dem angewandten gestaffelten Sicherheitskonzept ist durchweg positiv. Folgende brandschutzrelevante Ereignisse gab es am FRM II:

- 2021: Ausfall der Auslösung einer Brandschutzklappe über Schmelzlot. Im Rahmen der jährlichen Prüfung der ca. 210 Brandschutzklappen der Anlage mit Sachverständigenbeteiligung schloss eine Brandschutzklappe bei Anforderung über Schmelzlot nicht. Als Ursache wurde eine nachlassende Federkraft der Auslösefeder festgestellt. Die elektrische Auslösung der Brandschutzklappe von der Warte wäre verfügbar gewesen. Die Feder wurde ausgetauscht und Wiederholungsprüfungen erfolgreich abgeschlossen. Das Ereignis wurde als Einzelfehler eingestuft.
- 2021: Überhitzte Heizplatte in einem Abzug im Kernbrennstofflabor. Die Heizplatte schaltete sich nach wenigen Minuten automatisch ab. Die Überhitzung resultierte aus der geringen zu verdampfenden Flüssigkeitsmenge. Es kam zum Verschmelzen von einigen Kubikzentimetern organischen Schleifstaubs. Keine Freisetzung von Aktivität oder Kontamination. Kein Personenschaden. Insgesamt nur äußerst geringer Sachschaden. Das Konzept der Brandabschnitte verhinderte die Ausbreitung des Rauchs in andere Gebäudeteile. Als Konsequenz wurde das Verfahren zur Trocknung komplett umgestellt, insbesondere kommt keine Heizplatte mehr zum Einsatz.
- 2020: Rauchentwicklung in konventionellem Serverraum durch überhitztes Elektronikbauteil. Durch die Wärmeentwicklung löst sich auch die im Raum verbaute Deckenkühlung aus ihrer Halterung. Kein Personenschaden, keine Freisetzung von Aktivität oder Kontamination. Es entstand nur geringer Sachschaden, kein Personenschaden. Es kam zu keiner Ausbreitung in andere Brandabschnitte. Als Konsequenz wurde die Klimatisierung des Raums verbessert und gleichzeitig die Heizlast verringert.
- 2018: Entstehungsbrand in Staubsauger. Geringe Rauchentwicklung. Die automatische Brandmelder entdeckten die Rauchentwicklung. Selbständiges Beenden der Rauchentwicklung noch vor Eintreffen der Feuerwehr. Keine Freisetzung von Aktivität, kein Personen- und nur äußerst geringer Sachschaden (Staubsauger).
- 2016: überhitzter Transformator (24 V) in wissenschaftlichem Experiment. Geringe Rauchentwicklung in der Neutronenleiterhalle. Keine Ausbreitung in andere Brandabschnitte. Keine Freisetzung von Aktivität oder Kontamination. Kein Personenschaden, nur sehr geringer Sachschaden. Als Konsequenz verbesserte Kühlung des betroffenen Transformators.

- 2010: Kurzfristiger Druckabfall im Feuerlöschsystem mit Trinkwasser wegen externer Umschlussarbeiten an der Wasserversorgung durch den Wasserzweckverband. Dieser Fall ist durch im Betriebshandbuch vorgesehene und im konkreten Fall durch verfügbare Ersatzmaßnahmen abgedeckt.
- 2009: Kurzfristige Unverfügbarkeit des Feuerlöschsystems mit Trinkwasser wegen externer Baumaßnahmen. Es wurde versehentlich von der ausführenden Fachfirma der falsche Schieber geschlossen. Als Maßnahme gegen Wiederholung wurde eine weitere mechanische Sicherung des betroffenen Schiebers gegen unbefugte Bedienung eingebaut. Die betroffene Firma wurde geschult und der Auftraggeber (Staatliches Bauamt) sowie die vom Auftraggeber beauftragte Projektleitungsfirma entsprechend sensibilisiert.
- 2009: Nicht vorgabegemäßes Schließen von Brandschutzklappen bei WKP. Als Ursache wurden ungünstige Prüfbedingungen, unter denen eine reproduzierbare scharfe Auslösung nicht zuverlässig möglich war, in einzelnen Fällen zusätzlich Ermüdung der Drehfeder im Auslösegerät, identifiziert. Als Maßnahme gegen Wiederholung wurde die Anwendung reproduzierbarer Prüfbedingungen mit speziellem Werkzeug, der Tausch der Drehfedern der Auslöseeinrichtung im Rahmen der Wartung und ggf. eine Verkürzung des Prüfindervalls bei Auftreten von Auffälligkeiten umgesetzt.

Ein externer Erfahrungsrückfluss erfolgt durch Austausch mit Betreibern von Forschungsreaktoren auf nationaler (Arbeitsgemeinschaft Forschungsreaktoren – AFR) und internationaler (z. B. Research Reactor Operators Group – RROG, (Research Reactor Fuel Management – RRFM) Ebene. Hinsichtlich des Brandschutzes ergaben sich draus keine Hinweise, die zu einer Verbesserung oder zur Notwendigkeit technischer oder administrativer Anpassungen geführt hätten. Weitere Quelle sind die Weiterleitungsnachrichten der GRS; diese führten hinsichtlich des Brandschutzes zur Nachrüstung einzelner Kanalrauchmelder in der Außenluftanlage, den Lufttechnischen Anlagen Überwachungsbereich Reaktorgebäude und sowie Zugangsgebäude (notstromgesicherter und betrieblicher Bereich).

Der Betreiber bewertet die hier beschriebenen Ereignisse als von nur geringfügiger sicherheitstechnischer Bedeutung, die keine besonderen Maßnahmen nach sich zogen. Weitere Maßnahmen in diesem Zusammenhang waren nicht erforderlich.

### **2.2.7        Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen**

#### **FR MZ**

Die stetige Bewertung des Brandschutzes am FR MZ, welche in den vorherigen Abschnitten korrekt und vollständig beschrieben wurden, zeigen aus Sicht der zuständigen Aufsichts- und Genehmigungsbehörde ein dem Gefahrenpotenzial der Anlage angemessenes Brandschutzniveau. Dieses Brandschutzniveau erfüllt die Vorgaben des konventionellen und kerntechnischen Regelwerks umfänglich. Dies konnte u. a. durch die abgeschlossene PSÜ des FR MZ im Jahr 2021 bestätigt werden.

**FRM II**

Die Darstellungen in Abschnitt 2.2.1 zur Art und zum Umfang der Brandsicherheitsanalysen für den FRM II und die in Abschnitt 2.2.2 dafür zugrunde gelegten Annahmen und Methoden sowie die in Abschnitt 2.2.3 betrachteten Brandwirkungen gemäß kerntechnischem Regelwerk sind korrekt wiedergegeben.

Dies gilt ebenso für die beschriebenen Untersuchungen innerhalb der PSÜ, aus denen sich keine Optimierungen für den Brandschutz ergeben haben.

**2.2.7.1 Übersicht über die seitens Aufsichtsbehörde identifizierten Stärken und Schwächen****FR MZ**

Die zuständigen Behörden konnte keine Mängel im Brandschutz des FR MZ feststellen. Dies konnte im Rahmen der 2021 ausgeführten PSÜ und der damit verknüpften Betrachtung des Brandschutzes bestätigt werden. Schwächen sind daher nicht identifiziert und aus Sicht der zuständigen Behörde auch nicht zu beanstanden. Ergänzend ist zu erwähnen, dass es auch in einem auslegungsüberschreitenden Ereignis (Notfall) nicht zu erheblichen Freisetzungen am FR MZ kommt. Dies zeigte beispielweise die Robustheitsanalyse der Forschungsreaktoren.

**FRM II**

Maßnahmen zur Verbesserung im Brandschutz des FRM II konnten bisher im Rahmen des in PSÜ und PSA angesetzten Betrachtungsumfangs (siehe auch Abschnitt 2.2.6.1) nicht identifiziert werden. Somit ergaben sich aus PSÜ und PSA bis dato auch keine Optimierungsansätze im Brandschutz. Gleichwohl gewährleisteten die gegenwärtig im Abschluss befindlichen Analysen die Sicherstellung des hohen Niveaus in brandschutztechnischen Belangen.

**2.2.7.2 Erkenntnisse aus Überprüfung und Bewertung im Rahmen der Aufsicht**

Die behördlichen Instrumentarien, seien es turnusmäßige Betriebsbegehungen oder die aufsichtliche Begleitung bei der Umsetzung von Empfehlungen aus Weiterleitungsnachrichten oder bei Untersuchungen im Rahmen von meldepflichtigen Ereignissen sowie die Kontrollen im Rahmen wiederkehrender Prüfungen, haben bisher keine umfangreichen Anpassungen im Brandschutz erforderlich gemacht.

Des Weiteren haben sich die in den Betriebsregularien getroffenen brandschutztechnischen Maßnahmen als ein bewährtes Mittel zum präventiven Brandschutz herausgestellt. Daher waren bisher im aufsichtlichen Verfahren keine Anpassungen zu veranlassen.

### **2.2.7.3 Schlussfolgerungen zur Eignung der Brandsicherheitsanalysen des Genehmigungsinhabers**

#### **FR MZ**

Die vorangestellt beschriebenen technisch und administrativen Maßnahmen zum Brandschutz, welche im aufsichtlichen Verfahren regelmäßig wiederkehrend geprüft und bewertet werden, dienen als beständige Brandsicherheitsanalyse. Die aus diesem Verfahren gewonnenen Erkenntnisgewinne werden zur ständigen Verbesserung des hohen Brandschutzniveaus des FR MZ herangezogen und sind aus Sicht der zuständigen Behörde als zuträglich zu bewerten.

#### **FRM II**

Die bisher aus den Brandsicherheitsanalysen hervorgegangenen Erkenntnisse eignen sich für den FRM II, der eine kerntechnische Anlage jüngerer Bauart darstellt, zur Verifizierung des bereits bei der Errichtung gewährleisteten sehr hohen Niveaus beim Brandschutz.

## **2.3 Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### **2.3.1 Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen**

#### **BFL und UAG**

Die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage (Atomgesetz (AtG) § 7 Absatz 2 Nr. 3) ist getroffen, wenn die im Atomgesetz, im Strahlenschutzgesetz und in der Strahlenschutzverordnung festgelegten sowie in den „Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen“ weiter konkretisierten Schutzziele erreicht werden. Auch werden mit den Sicherheitsanforderungen die Anforderungen für die erforderliche Vorsorge gegen Schäden in konkrete, der Brennelementherstellung sowie der Anreicherung von Uran eigenen Handlungsempfehlungen umgesetzt.

Entsprechend den Sicherheitsanforderungen für die Herstellung von Leichtwasserreaktorbrennelementen mit niedrig angereichertem Uran sowie für Urananreicherungsanlagen nach dem Gasultrazentrifugenprinzip ergeben sich folgende grundlegende Schutzziele

- Einschluss, Rückhaltung und Abschirmung radioaktiver Stoffe;
- Minimierung und Kontrolle der Ableitung radioaktiver Stoffe;
- Minimierung und Kontrolle der Strahlenexposition und Kontamination des Betriebspersonals;
- Gewährleistung der Unterkritikalität;
- Vermeidung von Brand und Explosion bzw. deren frühe Erkennung und wirksame Bekämpfung;
- Vermeidung einer Freisetzung von Uranhexafluorid;
- betriebs- und instandhaltungsgerechte Auslegung, um Kontaminationen zu vermeiden und die Strahlenexposition des Betriebspersonals gering zu halten;
- Einhaltung des Strahlenschutzes im Hinblick auf eine Stilllegung und Beseitigung der Anlage.

Durch die Auslegung der Anlage ist damit in Bezug auf einen Brand insbesondere das Schutzziel „Vermeidung von Brand und Explosion bzw. deren frühe Erkennung und wirksame Bekämpfung“ einzuhalten. Durch entsprechende Vorsorgemaßnahmen wird daher die Entstehung eines Brandes so weit wie möglich verhindert. Sofern ein Brand nicht auszuschließen ist, muss dieser sicher erkannt werden und eine Brandbekämpfung so frühzeitig erfolgen, dass ein Brand auf einen Entstehungsbrand begrenzt bleibt und gelöscht wird.

Gemäß den Landesbauordnungen für den Brandschutz müssen auch die folgenden konventionellen Schutzziele erfüllt werden:

- Entstehung eines Brandes vorbeugen,
- Ausbreitung von Feuer und Rauch vorbeugen,
- Rettung von Menschen (und Tieren) ermöglichen und
- wirksame Löscharbeiten ermöglichen.

Für die BFL und die UAG sind unter Berücksichtigung der oben genannten Anforderungen bauliche, betriebliche und organisatorische Maßnahmen zur Verhütung, Eingrenzung und Bekämpfung von Bränden getroffen (siehe Kapitel 3 zum Brandschutzkonzept).

### **2.3.2 Grundlegende Annahmen und Methoden**

#### **BFL und UAG**

Methodisch werden im Brandschutzkonzept die Maßnahmen der Brandverhütung, die organisatorischen Brandschutzbelange und die den abwehrenden Brandschutz betreffenden Einrichtungen sowie die gebäudespezifischen Brandschutzmaßnahmen und die anlagenspezifischen Brandschutzkomponenten gemäß den gültigen Rechtsvorschriften dargestellt. In der Brandschutzordnung als Teil des Betriebshandbuches sind die organisatorischen und technischen Maßnahmen festgelegt, die zur Brandvermeidung und zur wirksamen Brandbekämpfung unter Wahrung der Gesichtspunkte der Kritikalitätssicherheit und des Strahlenschutzes erforderlich sind. Sollte sich eine einzelne getroffene Brandschutzmaßnahme im Brandfall als nicht wirksam erweisen, ist durch die Gesamtheit aller Brandschutzmaßnahmen die Einhaltung der Schutzziele weiterhin gewährleistet.

Im Rahmen der Planung von Änderungen werden die brandschutztechnischen Aspekte stets berücksichtigt. Mit dem Arbeitserlaubnisverfahren wird sichergestellt, dass brandschutztechnische Belange bei allen relevanten Tätigkeiten berücksichtigt werden.

#### **BFL**

Die Brennelement-Fertigungsanlage ist so ausgelegt, dass im Falle eines Brandes dieser frühzeitig erkannt und gelöscht wird, so dass ein Brand auf einen Entstehungsbrand begrenzt bleibt. Das Löschen eines Brandes in der Entstehungsphase wird durch verschiedene Maßnahmen, wie der redundanten Brandmeldeanlage und der ständig anwesenden Betriebsfeuerwehr, gewährleistet. Anlagen mit sicherheitstechnischer Relevanz (z. B. Brandmeldeanlagen) sind redundant, parallel und vollständig unabhängig voneinander ausgeführt, so dass deren Funktionsfähigkeit jederzeit gewährleistet ist.



## **UAG**

Die Urananreicherungsanlage ist so ausgelegt, dass im Falle eines Brandes dieser frühzeitig erkannt und gelöscht wird, so dass ein Brand auf einen Entstehungsbrand begrenzt bleibt. Das Löschen eines Brandes in der Entstehungsphase wird durch verschiedene Maßnahmen, wie einer flächendeckenden brandschutztechnischen Überwachung (Brandmeldeanlage) und der ständig anwesenden Werkfeuerwehr, gewährleistet.

### **2.3.3 Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen**

#### **BFL**

Der Störfall „Brand in einem Brandunterabschnitt“ wurde in der Störfallanalyse der BFL betrachtet, da Brände in einem Brandunterabschnitt nicht auszuschließen sind.

Bei der BFL ist das Ereignis „Brand in einem Brandunterabschnitt“ kein auslegungsbestimmender Störfall, da die radiologischen Störfallauswirkungen durch andere auslegungsbestimmende Störfälle abgedeckt sind, die z. B. aus einem Komponentenversagen resultieren und bei denen der Störfallplanungs Wert weit unterschritten wird.

#### **UAG**

Als auslegungsbestimmender Störfall in der UAG aus der Störfallbetrachtung sind im Genehmigungsverfahren zwei Störfälle zu Grunde gelegt worden.

Für den Bereich der Urananreicherungsanlage wird der abdeckende Brandstörfall durch den Brand von mineralischem Öl der Enddruckpumpen in der Behälterhalle ermittelt. Für den Bereich der Übergabestation wird der Brand eines LKW in der Übergabestation oder in der LKW-Durchfahrt im „Product-Lager“ als abdeckender Brandstörfall angenommen.

Insgesamt ist das Schutzziel, dass durch einen lokalen Brand eine größere Freisetzung radioaktiver Stoffe nicht erfolgt, erreicht. Die Schutzmaßnahmen baulicher, anlagentechnischer und organisatorischer Art sind so ausgelegt, dass eine Brandausbreitung bei einem lokalen Brand auf einen Brandabschnitt beschränkt bleibt.

### **2.3.4 Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers)**

#### **BFL**

Bei einem Brand in einem Brandunterabschnitt erfolgt keine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe. Der Störfallplanungs Wert wird deutlich unterschritten. Die Vorsorgemaßnahmen zur Minimierung einer Brandentstehung, Begrenzung einer Brandausbreitung sowie schnellen Branderkennung und Brandbekämpfung stellen sicher, dass Brände bereits in der Entstehungsphase gelöscht werden.

## **UAG**

Die Brandsicherheitsanalysen der UAG zeigen, dass insgesamt die grundlegenden Schutzziele sowohl im bestimmungsgemäßen Betrieb, als auch bei den auslegungsbestimmenden Störfällen bei Brandeinwirkungen eingehalten werden. Durch einen lokalen Brand erfolgt keine größere Freisetzung radioaktiver Stoffe. Weiterhin wird dieser schnell erkannt und wirksam mit den betriebsseitig geschaffenen aktiven und passiven Einrichtungen bekämpft. Die Schutzmaßnahmen baulicher, anlagentechnischer und organisatorischer Art sind so ausgelegt, dass eine Brandausbreitung auf einen Brandabschnitt beschränkt bleibt.

### **2.3.5 PSÜ und Handhabung von Änderungen**

#### **BFL und UAG**

Der Brandschutz der BFL und der UAG wird jeweils im Rahmen von periodischen Sicherheitsüberprüfungen schutzzielorientiert alle zehn Jahre überprüft. Es finden regelmäßige brandschutztechnische Anlagenbegehungen mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde sowie den für den Brandschutz zuständigen Behörden statt. Die vorgelegten Berichte werden durch die Gutachter geprüft und mit anschließenden Anlagenbegehung abgeschlossen.

Die Brandschutzordnung als Teil des Betriebshandbuchs unterliegt dem BHB-Änderungsprozess. Im Fall von Änderungen wird die Brandschutzordnung aktualisiert und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt.

Ergeben sich Änderungen an der Brandvermeidung und am abwehrenden Brandschutz wird das Brandschutzkonzept aktualisiert und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt.

#### **2.3.5.1 Übersicht über die Maßnahmen**

Im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung wurde die Einhaltung der Schutzziele bei Brand ohne Empfehlungen bei der BFL und der UAG bestätigt. Damit waren in beiden Anlagen keine Maßnahmen zu ergreifen.

#### **2.3.5.2 Stand der Umsetzung von Modifikationen/ Änderungen**

Die Vorgehensweise bei Änderungen ist sowohl bei der BFL als auch bei der UAG im Betriebshandbuch geregelt. Dies schließt Änderungen im Bereich des Brandschutzes (baulich, anlagentechnisch und organisatorisch) ein. Bei allen Änderungen werden die Aspekte des Brandschutzes berücksichtigt.

Im Rahmen des Aufsichtsverfahrens werden die vorgesehenen Änderungen einschließlich deren Realisierung verfolgt.

### **2.3.6 Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen**

#### **BFL und UAG**

Die Erfahrungen aus dem Betrieb der BFL und der UAG zeigen, dass wirkungsvolle Maßnahmen hinsichtlich des Brandschutzes bestehen. Die Maßnahmen hinsichtlich des baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und organisatorischen Brandschutzes sind dazu geeignet, die Schutzziele gemäß den Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen einzuhalten.

#### **2.3.6.1 Übersicht über Stärken und Schwächen**

##### **BFL**

Die bei der BFL getroffenen Maßnahmen der Brandverhütung und des abwehrenden Brandschutzes sind bereits bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt worden und haben sich in mehr als 40 Jahren Betrieb bewährt. Auch im Falle eines Brandes wird dessen Ausbreitung effektiv verhindert und die Schutzziele werden eingehalten.

##### **UAG**

Regelmäßige brandschutztechnische Anlagenbegehungen mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde, Brandverhütungsschauen durch die Brandschutzdienststelle und Leistungsnachweise sowie die jährliche Überprüfung des Leistungsstandes der Werkfeuerwehr durch die Bezirksregierung Münster werden bei der UAG genutzt, um den Brandschutz auf einem hohen Niveau zu halten. Zudem werden die Brandmeldetechnik zur flächendeckenden brandschutztechnischen Überwachung (Brandmeldeanlage), die Löschvorrichtungen sowie die mobilen Löscheinrichtungen zur Brandbekämpfung wiederkehrend durch Betriebspersonal und unabhängigen Prüfern geprüft und gewartet, um die Funktionsfähigkeit zu bestätigen. Das qualifizierte Fachpersonal der Werkfeuerwehr wird regelmäßig geschult und es finden regelmäßig Übungen in Zusammenarbeit des betriebsinternen Einsatzstabes statt (Stabsrahmenübungen).

Im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung wurde die Einhaltung der Schutzziele bei Brand ohne Empfehlungen bestätigt.

#### **2.3.6.2 Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen, „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz usw.**

##### **BFL**

Die Betriebserfahrungen zeigen, dass in der BFL Kleinstbrände beherrscht werden und nach aufgetretenen Ereignissen Maßnahmen gegen Wiederholung implementiert werden. So führten z. B. Erkenntnisse aus aufgetretenen starken chemischen Reaktionen von Zircaloyspänen in Staubsaugern zu Verbesserungen bei den verwendeten Staubsaugern.

Bei einem Brand im Laborbereich hat das Brandschutzkonzept seine Wirksamkeit nachgewiesen, da der Brand sich nicht ausgeweitet hat und unter Kontrolle gebracht werden konnte. Es wurde die Besetzung der internen Feuerwehr und die Alarmierung der externen Feuerwehren durch automatisierte Weiterleitung eines Brandalarms an die zuständige Einsatzleitstelle optimiert, so dass ein Brand bereits in einer frühen Phase gelöscht werden kann. Es wurde eine Übertragbarkeitsprüfung

durchgeführt, die eine umfangreiche Überprüfung der elektrischen Heizungen im nuklearen Fertigungsgebäude auf die Anwesenheit von brennbaren Stoffen in der Nähe und ggf. die Bewertung der Wirksamkeit von Prüfungen und Verriegelungen umfasste.

Die Weiterleitungsnachrichten 2013/02, die Mängel an Brandschutztüren bestimmter Bauarten betraf, und 2016/14, die durch Fehlfunktionen bei bestimmten Brandmeldearten bedingt war, haben zum Austausch einiger Brandschutztüren und zur Überprüfung der korrekten Bedienung der Brandmeldeanlagen geführt.

Der Brandschutzbeauftragte führt regelmäßige Kontrollen zur Brandverhütung und den weiteren getroffenen Brandschutzmaßnahmen durch. Auch finden regelmäßige brandschutztechnische Anlagenbegehungen mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde sowie den für den Brandschutz zuständigen Behörden statt.

Abweichungen und Ereignisse einschließlich relevanter Weiterleitungsnachrichten (vgl. Anhang A2) werden systematisch untersucht und Vorkehrungen gegen Wiederholung im Bereich Brandverhütung implementiert.

Ereignisse werden systematisch untersucht und Vorkehrungen gegen Wiederholung im Bereich der Brandverhütung und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen implementiert (siehe Abschnitt 2.3.4).

Die Betriebsfeuerwehr führt regelmäßig Löschübungen durch. Auch werden regelmäßig Brandalarm-Räumungsübungen in Verbindung mit einer Brandschutzübung unter Einsatz der Betriebsfeuerwehr vorgenommen sowie Übungen mit den externen Feuerwehren durchgeführt. Es findet eine regelmäßige Berichterstattung über durchgeführte Übungen gegenüber der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde statt.

Erfahrungen aus den regelmäßigen Übungen werden zur weiteren Verbesserung des abwehrenden Brandschutzes ausgewertet und identifizierte Verbesserungen implementiert.

Im Rahmen der ersten periodischen Sicherheitsüberprüfung wurde die Umsetzung der Brandverhütungsmaßnahmen positiv bewertet.

## **UAG**

In der Vergangenheit kam es nur zur Entstehung von Kleinbränden in der UAG, die durch die Brandmeldetechnik frühzeitig erkannt wurden und von selbst erloschen oder durch den Einsatz von Betriebspersonal gelöscht wurden.

Ereignisse werden systematisch untersucht und aus der Untersuchung abgeleitete Optimierungen in die vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen ergänzt.

- Bei einem Brandereignis in der Brennelementefabrik ANF wurde dahingehend geprüft, ob die dort festgestellte Brandursache auch für die UAG übertragbar ist. Insgesamt kam die UAG zu dem Ergebnis, dass eine direkte Übertragbarkeit nicht zu besorgen ist. Dennoch hat die UAG bei den Untersuchungen Verbesserungspotenzial identifiziert und die Abluftkanäle der Raumlüftungen mit zusätzlichen Ansaugrauchmeldern ausgestattet.
- Durchführung regelmäßiger Anlagenbegehungen des Brandschutzbeauftragten, u. a. mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zum vorbeugenden Brandschutz,

- Systematische Untersuchung von Ereignissen dieser Kontrollen und Ergänzung von aus der Untersuchung abgeleitete Optimierungen in die vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen.

Weitere brandschutzrelevante Weiterleitungsnachrichten (vgl. Anhang A2) haben zur kontinuierlichen Verbesserung im Brandschutz geführt.

Beispielsweise wurden aufgrund der WLN 2008/07 in den Zuluftkanälen der Lüftungsanlage der Wartenräume in einer der Urantrennanlagen zusätzliche Kanalrauchmelder eingebaut.

Aus dem bisherigen Betrieb haben sich keine Auffälligkeiten ergeben. Empfehlungen ergaben sich aus der sicherheitstechnischen Bewertung der Betriebserfahrung im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung daher nicht.

Erfahrungen aus regelmäßigen Übungen mit externen Feuerwehren werden zur weiteren Verbesserung des abwehrenden Brandschutzes ausgewertet und identifizierte Verbesserungen implementiert.

Die Betriebserfahrungen zeigen, dass die angewandten Maßnahmen zur Brandverhütung wirkungsvoll sind. Das Schutzziel der Brandverhütung wird durch die baulichen, betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen umfänglich erreicht.

Die Erfahrungen zeigen, dass die o. g. Schutzziele unter Einhaltung der Maßnahmen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes erreicht werden. Im Falle eines Brandereignisses bleibt dieser auf den Entstehungsort begrenzt und die Schutzziele werden eingehalten.

Im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung wurde die Umsetzung der Brandverhütungsmaßnahmen positiv bewertet.

### **2.3.7 Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen**

#### **BFL**

Die Darstellungen der Brandsicherheitsanalysen der BFL in Abschnitt 2.3 sind aus Sicht der zuständigen Aufsichtsbehörde zutreffend.

Bereits bei der Auslegung der BFL wurde der Brandschutz berücksichtigt und in nachfolgenden atomrechtlichen Genehmigungsverfahren unter Einbeziehung von Sachverständigenorganisationen überprüft.

Im Rahmen der Störfallanalyse hat die ANF gemäß den „Sicherheitsanforderungen für die Herstellung von Leichtwasserreaktorbrennelementen mit niedrig angereichertem Uran“ den lokalen Brand in einem Anlagengebäude untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass der Störfall „Brand in einem Brandbekämpfungsabschnitt“ aufgrund der geringen radiologischen Konsequenzen nicht den Auslegungstörfällen zuzuordnen ist. Die Ergebnisse liegen deutlich unter dem Störfallplanungswert für die effektive Dosis nach § 104 StrISchV von 50 mSv. Demnach bleiben die Brandwirkungen aufgrund der Auslegung der Anlage auf brandschutztechnisch abgetrennte Bereiche begrenzt.

## **UAG**

Für die Auslegung und Errichtung der UAG wurden im Rahmen der Genehmigungsverfahren die brandschutztechnischen Aspekte bewertet. Die Schutzmaßnahmen baulicher, anlagentechnischer und organisatorischer Art sowie des abwehrenden Brandschutzes sind geeignet, eine Brandausbreitung auf einen Brandabschnitt zu beschränken. Soweit dadurch nicht bereits eine Freisetzung radioaktiver Stoffe verhindert wird, werden die potenziellen Strahlenexpositionen in der Umgebung der UAG begrenzt, und zwar so, dass die Störfallplanungswerte für die effektive Dosis und für die Organdosen gemäß § 104 StrlSchV deutlich unterschritten bleiben. Die Betreiberin der UAG erfüllt hinsichtlich des Brandschutzes die Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen nach dem Gasultrazentrifugenprinzip.

### **2.3.7.1 Übersicht über die seitens Aufsichtsbehörde identifizierten Stärken und Schwächen**

#### **BFL**

Anlässlich der Durchführung der ersten periodischen Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) der BFL wurde in dem zugehörigen Sicherheitsgutachten mit Stand von Dezember 2021 auch der Brandschutz überprüft und im Ergebnis keine Empfehlungen zur Durchführung von Maßnahmen zur Optimierung des Brandschutzes in der Anlage formuliert.

Im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren wird der Brandschutz bei jeglichen Änderungen der Anlage bzw. von Anlagenteilen oder Komponenten mit möglicher brandschutztechnischer Relevanz überprüft.

#### **UAG**

Die Betreiberin analysiert Vorkommnisse in der UAG oder Erkenntnisse aus anderen Anlagen systematisch. Darüber hinaus wird der Stand von Wissenschaft und Technik konsequent verfolgt. Daraus resultierend legt die Betreiberin regelmäßig Änderungsvorhaben zur Optimierung des Brandschutzes in der Anlage vor und schreibt die Betriebsdokumentation fort.

Schwächen wurden seitens der zuständigen Aufsichtsbehörde nicht identifiziert.

### **2.3.7.2 Erkenntnisse aus Überprüfung und Bewertung im Rahmen der Aufsicht**

#### **BFL**

Im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht werden regelmäßig Begehungen der BFL mit den hinzugezogenen Sachverständigen sowie den für den konventionellen Brandschutz zuständigen Behörden durchgeführt.

Falls hierbei Auffälligkeiten am brandschutztechnischen Zustand, wie z. B. vermeidbare Brandlasten festgestellt werden, werden diese umgehend von der Betreiberin der BFL behoben. Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde überzeugt sich bei der nächsten Gelegenheit von der Behebung der Auffälligkeit. Zusätzlich werden, soweit erforderlich, anlassbezogene Begehungen, z. B. bei Änderungsanträgen mit brandschutztechnischer Relevanz, durchgeführt.

Nach dem Auftreten meldepflichtiger Ereignisse erfolgt eine systematische Analyse der Ursache, es werden Maßnahmen zur Behebung und ggf. Optimierung sowie eine Übertragbarkeitsprüfung auf andere Anlagenbereiche durchgeführt. Die ordnungsgemäße Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen wird in den turnusmäßigen Aufsichtsgesprächen sowie durch Anlagenbegehungen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde mit den zugezogenen Sachverständigen sowie deren gutachterlichen Stellungnahmen sichergestellt.

Nach dem Brand im Laborbereich im Jahr 2018 (siehe hierzu die Darstellungen der ANF in Abschnitt 2.3.6.2) wurden z. B. anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen und die Erweiterung der Brandmeldeanlage um eine automatische Weiterleitung an die Einsatzleitstelle durchgeführt. Weiterhin erfolgte durch die Erhöhung der Mitgliederzahl der Betriebsfeuerwehr und der Sicherstellung von deren ständiger Einsatzbereitschaft eine Verbesserung des abwehrenden Brandschutzes der Anlage. Insgesamt wurde das meldepflichtige Ereignis umfassend aufgearbeitet und die erforderlichen Verbesserungsmaßnahmen vollständig durchgeführt.

Wiederholungsprüfungen an Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen, wie z. B. an dem Feuermelde- und Warnsystem, werden mit Beteiligung des von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zugezogenen Sachverständigen durchgeführt. Beanstandungen mit sicherheitstechnischer Bedeutung sind nicht aufgetreten.

## **UAG**

Für den Betrieb der UAG sind keine regelmäßigen Brandsicherheitsanalysen im Sinne der KTA-Regeln erforderlich. Hinsichtlich der PSÜ 2011 wird die Aussage der Betreiberin bestätigt, dass die Umsetzung der Brandverhütungsmaßnahmen positiv bewertet wurde und sich somit keine Konsequenzen bezüglich des Brandschutzes ergaben. Nach Ablauf von zehn Jahren werden aktuell im Rahmen der PSÜ 2021 diese Maßnahmen erneut auf den Prüfstand gestellt.

Es finden in regelmäßigen Abständen brandschutztechnische Inspektionen unter Hinzuziehung eines Brandschutzsachverständigen statt, sodass über einen Zeitraum von zwei Jahren sämtliche genehmigungsrelevanten Anlagenbereiche begangen werden. Der Brandschutz in den begangenen Anlagebereichen war, mit Ausnahme von leicht zu behebbenden Mängeln, stets unbeeinträchtigt. Erkannte Mängel werden gewissenhaft und in der Regel zeitnah behoben.

### **2.3.7.3 Schlussfolgerungen zur Eignung der Brandsicherheitsanalysen des Genehmigungsinhabers**

## **BFL**

Die Überprüfung des Brandschutzes der BFL erfolgt bei der Durchführung von atomrechtlichen Genehmigungsverfahren sowie kontinuierlich im Rahmen der atomrechtlichen Aufsicht zum Brandschutz.

Auch die im Jahr 2021 abgeschlossene gutachterliche Bewertung der ersten PSÜ der BFL bestätigt das hohe brandschutztechnische Niveau der Anlage sowie die Einhaltung der den Brandschutz betreffenden Schutzziele.

Hinweise auf sicherheitstechnische Defizite liegen der zuständigen Aufsichtsbehörde nicht vor.

## **UAG**

Die Erfahrungen während des Betriebs der UAG zeigen, dass die angewandten Maßnahmen zur Brandverhütung wirkungsvoll sind. Das Schutzziel der Brandverhütung wird durch die baulichen, betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen erreicht. Die Begehungen der atomrechtlichen Aufsichtsbereiche führten aus brandschutztechnischer Sicht zu keinen Feststellungen, die auf einen Verstoß gegen Genehmigungsaufgaben bzw. Maßgaben hingedeutet hätten.

### **2.4 Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente**

#### **2.4.1 Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen**

Im Rahmen der Planung der Anlage wurde eine Brandsicherheitsanalyse durch einen Fachplaner erstellt, welche die Grundforderungen zum vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz enthält. Die daraus entstandenen Maßnahmen bilden die Grundlage für das Brandschutzkonzept und die Brandschutzordnung.

Die Brandschutzmaßnahmen dienen dazu:

- Brände in den Objekten und Anlagen zu verhüten,
- eine unzulässige Brandausbreitung zu verhindern,
- Personen vor den Gefahren eines Brandes zu schützen sowie
- die Freisetzung von Radioaktivität im Falle oder in Folge eines Brandes zu verhindern.

Zusätzlich werden in regelmäßigen Abständen sowie bei Änderungen Brandgefahren ermittelt und beurteilt mittels

- arbeitsplatzspezifischer Gefährdungsbeurteilungen entsprechend der gesetzlichen und internen Regelwerke,
- tätigkeitsspezifischer Gefährdungsanalysen auf Grundlage des Arbeitserlaubnisverfahrens sowie
- Kombinationen eines Brandes mit einem anderen Ereignis.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens und der Erstellung des Brandschutzkonzepts wurden auch Kombinationen eines Brandes mit einem anderen Ereignis betrachtet. Hierzu zählen z. B. Erdbeben oder Flugzeugabsturz mit Folgebrand.

Gemäß den nationalen kerntechnischen Regelwerken müssen Kombinationen eines Brandes mit einem anderen Ereignis dann unterstellt werden, wenn die zu kombinierenden Ereignisse in einem kausalen Zusammenhang stehen oder wenn die Gleichzeitigkeit der Ereignisse auf Grund der Wahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes in Betracht gezogen werden muss.

Ein entsprechendes Screening hat aufgezeigt, dass die Kombinationen eines Brandes mit einem anderen Ereignis ausschließlich hinsichtlich der Einhaltung der kerntechnischen Schutzziele (Unter-



kritikalität, dichte Umschließung und Wärmeabfuhr) zu betrachten sind. Für die zutreffenden Kombinationen wurden Brandschutzmaßnahmen getroffen, sofern nicht bereits wirksame und zuverlässige Vorsorgemaßnahmen als getroffen nachgewiesen sind.

#### **2.4.2 Grundlegende Annahmen und Methoden**

Bei Brennelemente-Zwischenlagern ist die Gewährleistung der Brandsicherheit im unmittelbaren Zusammenhang mit der Gewährleistung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes zu sehen.

Die Einhaltung der Brandschutznormen ist somit eine wesentliche Maßnahme zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes.

Grundlage für die Sicherheitsanalyse sind:

- das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /BMJ 22/,
- die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /BMJ 21/ sowie
- die sinngemäße Anwendung der KTA 2101.1 „Brandschutz in Kernkraftwerken“ /KTA 15/.

#### **2.4.3 Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen**

In den Brennelemente-Zwischenlagern wurde ein auslegungsbestimmender Störfall zu Grunde gelegt (Brand eines beladenen Transportfahrzeuges mit den gesamten Fahrzeugbrandlasten wie Kraftstoff, Kabel, Farben und Hydrauliköl; das Ereignis wird durch eine Temperatureinwirkung auf die Gebinde von 800 °C über 60 min modelliert).

Insgesamt ist das Schutzziel, dass durch einen lokalen Brand des beladenen Transportfahrzeugs keine Freisetzung radioaktiver Stoffe erfolgt, erreicht. Mit den getroffenen Brandschutzmaßnahmen ist sichergestellt, dass der sichere Einschluss des radioaktiven Inventars in Transport- und Lagerbehältern auch im Fall eines Brandes gewährleistet bleibt. Die Vorsorgemaßnahmen zur Minimierung einer Brandentstehung, zur Begrenzung einer Brandausbreitung sowie einer schnellen Branderkennung und -bekämpfung stellen sicher, dass Brände bereits in der Entstehungsphase gelöscht werden.

#### **2.4.4 Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers)**

Wesentliches Ergebnis der Brandsicherheitsanalysen ist, dass im Falle von Brandeinwirkungen die gesetzlichen Störfallplanungswerte eingehalten werden.

Auf dem Anlagengelände der Brennelemente-Zwischenlager sowie auf dem angrenzenden Gelände des Kernkraftwerkes ist innerhalb der äußeren Umschließung kein zusammenhängender Baumbestand vorhanden, der von einem Flächenbrand betroffen sein könnte. Durch geeignete Löschmaßnahmen kann das Übergreifen eines Brandes wirkungsvoll verhindert werden. Ferner ist auch ein Übergreifen eines Brandes eines benachbarten Gebäudes aufgrund der geringen Brandlasten in der Umgebung des Brennelemente-Zwischenlagers, im Brennelemente-Zwischenlager selbst sowie der Eingreifmöglichkeit der Feuerwehr nicht zu unterstellen.

Die Brandsicherheitsanalyse des Brennelemente-Zwischenlagers wird im Hinblick auf die besonderen Anforderungen aus kerntechnischer Sicht nachfolgend für die entsprechenden Bereiche ausgewertet:

- Lagerbereiche

In den Lagerbereichen sind durch die Verwendung nicht brennbarer beziehungsweise schwer entflammbarer Baustoffe und die Begrenzung der Menge der brennbaren Betriebsmittel auf das für den Betrieb unbedingt notwendige Maß während der bestimmungsgemäßen Aufbewahrung der Transport- und Lagerbehälter im Brennelemente-Zwischenlager nur geringe Brandlasten vorhanden, von denen keine Gefahr für die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe ausgeht.

- Verladebereich

Durch die flächendeckende Verteilung von automatischen Brandmeldern im Verladebereich wird ein Entstehungsbrand bereits frühzeitig erkannt und kann durch das Betriebspersonal bis zum Eintreffen der Feuerwehr mit mobilen Feuerlöscheinrichtungen bekämpft werden. Der mögliche Ausfall leittechnischer Einrichtungen (z. B. des Behälterüberwachungssystems) infolge eines Brandes ist sicherheitstechnisch unbedenklich. Im Verladebereich ist im ungünstigsten Fall der Brand eines beladenen Transportfahrzeuges mit den gesamten Fahrzeugbrandlasten zu betrachten. Während des Aufenthaltes des Transportfahrzeuges im Verladebereich ist immer Betriebspersonal anwesend, so dass bereits Entstehungsbrände erkannt und wirksam bekämpft werden. So kann ein Fahrzeugvollbrand verhindert werden. Als vorbeugende betriebliche Brandschutzmaßnahme ist vorgesehen, das Zugfahrzeug unmittelbar nach der Positionierung des Transportwagens von diesem abzukuppeln und aus dem Verladebereich herauszufahren. Die Prüfung der unter den Bedingungen möglichen Brandwirkungen hat ergeben, dass die thermische Belastung des Behälters insgesamt geringer ist als die thermische Belastung, die der Behälterauslegung zugrunde gelegt wurde. Weiterhin wird der Brand durch die Brandbekämpfung der Feuerwehr unterdrückt. Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe ist nicht zu besorgen.

Falls keine Behältertransporte oder -handhabungen stattfinden, sind im Verladebereich nur sehr geringe Brandlasten vorhanden. Durch die Aufteilung des Lagergebäudes in Brandabschnitte wird ein Übergreifen von Bränden von einem Gebäudeteil auf angrenzende Gebäudeteile verhindert.

Zur Brandbekämpfung stehen mobile Feuerlöscher sowie ein Löschwassersystem mit ausreichend um das Brennelemente-Zwischenlager verteilten Hydranten für die Feuerwehr zur Verfügung. Diese Einrichtungen sind entsprechend den zu erwartenden Brandszenarien dimensioniert und ermöglichen eine rasche und wirkungsvolle Brandbekämpfung.

Mit den getroffenen Brandschutzmaßnahmen ist sichergestellt, dass der sichere Einschluss des radioaktiven Inventars in Transport- und Lagerbehältern (z. B. CASTOR®-Behälter) auch im Brandfall gewährleistet bleibt. Die betrieblichen Regelungen zur Alarmierung und Brandbekämpfung sind anforderungsgerecht. Die Werkfeuerwehr führt die Brandbekämpfung durch und kann bei der Brandbekämpfung durch die öffentliche Feuerwehr unterstützt werden. Gemäß dem Betriebshandbuch, Brandschutzordnung, wird das mit Arbeiten im Brennelemente-Zwischenlager betraute Personal regelmäßig im Brandschutz unterwiesen.

Für die Lager wurden Brandschutzanalysen durchgeführt. Die implementierten Brandschutzmaßnahmen – als Ergebnis der Brandschutzanalysen – sind im Betriebsreglement dokumentiert und von allen Personen verbindlich anzuwenden. Das bedeutet, dass grundsätzlich alle Arbeiten auf dem

Betriebsgelände des Brennelemente-Zwischenlagers, an Einrichtungen, die einen Einfluss auf den sicheren Betrieb des Brennelemente-Zwischenlagers haben können, nach dem Arbeitserlaubnisverfahren mit Arbeitsaufträgen abzuwickeln sind. Im Rahmen der technischen Klärung von Arbeiten auf dem Betriebsgelände wird unter anderem überprüft, ob brandschutztechnische Belange während der Durchführung der Arbeit betroffen sind. Ist dies der Fall, so werden Maßnahmen festgelegt und im Feuererlaubnisschein beschrieben. Vor Arbeitsbeginn müssen die beschriebenen Maßnahmen umgesetzt sein.

#### **2.4.5 PSÜ und Handhabung von Änderungen**

Der Brandschutz der Brennelemente-Zwischenlager wird im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfung alle zehn Jahre schutzzielorientiert überprüft. Geprüft werden Sicherheitsdokumentation sowie sicherheitsrelevante Strukturen, Einrichtungen und Systeme unter Beachtung regulatorischer Änderungen und Änderungen am Stand der Technik sowie technischer Standards und Regeln. Des Weiteren werden Betriebserfahrungen ausgewertet, Alterungsaspekte untersucht und die Ereignis- und Störfallbetrachtung überarbeitet. Ergänzend finden regelmäßige brandschutztechnische Anlagenbegehungen mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde sowie den für den Brandschutz zuständigen Behörden statt. Die aktuelle PSÜ für das Brennelemente-Zwischenlager ZLN betrachtet den Überprüfungszeitraum vom, 1998 bis einschließlich 2020, ist erstellt und erwartet die abschließende Freigabe durch die Behörde. Für das Brennelemente-Zwischenlager Biblis wird die zweite PSÜ aktuell vorbereitet und betrachtet den Zeitraum vom 01.01.2016 bis 31.12.2025. Die erste PSÜ wurde 2015 abgeschlossen und hat den Zeitraum ab der Inbetriebnahme im Jahr 2005 berücksichtigt.

Die Brandschutzordnung als Teil des Betriebshandbuchs unterliegt dem BHB-Änderungsprozess. Im Fall von Änderungen wird die Brandschutzordnung aktualisiert und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Prüfung und Zustimmung vorgelegt.

Ergeben sich Änderungen an der Brandvermeidung und am abwehrenden Brandschutz wird das Brandschutzkonzept aktualisiert und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Prüfung und Zustimmung vorgelegt.

##### **2.4.5.1 Übersicht über die Maßnahmen**

Für das Brennelemente-Zwischenlager Biblis wurde im Rahmen der PSÜ die Einhaltung der Schutzziele bei Brand ohne Empfehlungen für weitere Maßnahmen bestätigt.

In der aktuellen, auf Freigabe durch die Behörde wartenden PSÜ des ZLN wurden die Brandschutzorganisation, der vorbeugende und abwehrende Brandschutz sowie das allgemeine Sicherheitsmanagement für das ZLN betrachtet. Sie kommt zu dem Schluss, dass die Schutzziele erfüllt werden. Es wurden keine Maßnahmen festgelegt.

### **2.4.5.2 Stand der Umsetzung von Modifikationen/ Änderungen**

Für das Brennelemente-Zwischenlager Biblis waren Modifikationen nicht erforderlich (siehe Abschnitt 2.4.5.1).

Die aktuelle PSÜ des ZLN erwartet derzeit die abschließende Freigabe durch die Behörde. Nach jetzigem Stand wurden keine den Brandschutz betreffenden Modifikationen oder Änderungen festgelegt.

Die Vorgehensweise bei Änderungen ist im Betriebshandbuch geregelt. Dies schließt Änderungen im Bereich des Brandschutzes (baulich, anlagentechnisch und organisatorisch) ein. Bei allen Änderungen werden die Aspekte des Brandschutzes berücksichtigt.

Im Rahmen des Aufsichtsverfahrens werden die vorgesehenen Änderungen einschließlich deren Realisierung verfolgt.

### **2.4.6 Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen**

Die Erfahrungen zeigen, dass bei den Brennelemente-Zwischenlagern wirkungsvolle Konzepte hinsichtlich des Brandschutzes bestehen. Die baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen sind dazu geeignet, die Schutzziele gemäß den Sicherheitsanforderungen für die Zwischenlagerung von Brennelementen einzuhalten.

#### **2.4.6.1 Übersicht über Stärken und Schwächen**

Die Brandverhütungsmaßnahmen in den Brennelemente-Zwischenlagern sind wirkungsvoll und erfüllen die gesetzlichen Forderungen. Die getroffenen Maßnahmen der Brandverhütung und des abwehrenden Brandschutzes sind bereits bei der Auslegung der Anlagen berücksichtigt worden und haben sich über die bisherige Betriebsdauer bewährt. Auch im Falle eines Brandes wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe effektiv verhindert, die Schutzziele werden eingehalten. Potenzielle Schwächen werden durch das Antragsverfahren bei Änderungen sowie im Rahmen regelmäßiger Begehungen frühzeitig identifiziert und behoben oder durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen.

#### **2.4.6.2 Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen, „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz usw.**

Es finden regelmäßige Begehungen der Brennelemente-Zwischenlager gemäß betrieblichem Regelwerk, etwa Betriebshandbüchern, zur Wirksamkeitskontrolle des vorbeugenden Brandschutzes statt (z. B. durch zuständige Feuerwehr). Zusätzlich wird zusammen mit der Aufsichtsbehörde und dem Sachverständigen eine jährliche Brandschau veranstaltet. Die Ergebnisse werden dokumentiert und im Falle von Abweichungen Maßnahmen festgelegt und umgesetzt.

Es werden regelmäßig Übungen mit der zuständigen Feuerwehr durchgeführt. Ergänzend werden regelmäßig praktische Übungen im Umgang mit Brandschutzeinrichtungen (z. B. Feuerlöschern) und den Alarmierungsketten (Alarm- und Evakuierungsübungen) durchgeführt. Identifizierte Verbesserungsmaßnahmen werden anschließend entsprechend umgesetzt und in die betrieblichen Prozesse implementiert. Sofern das Brennelemente-Zwischenlager in direkter Nachbarschaft zu einer

anderen kerntechnischen Anlage steht (z. B. einem Kernkraftwerk), finden ebenso gemeinsame Übungen statt.

Das zugrundeliegende Verfahren hinsichtlich der brandschutztechnischen Planung, Genehmigung, des Betriebs und der regelmäßigen Überprüfung sowie Aktualisierung der vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen erfüllt bisher uneingeschränkt die kerntechnischen Anforderungen. Änderungen bedürfen einer entsprechenden Anzeige und werden vorab beurteilt. Wenn Risiken oder Schwächen erkannt werden, werden Maßnahmen eingeleitet, um diesen entgegenzuwirken.

Bislang gab es keine Brände in den betrachteten Brennelemente-Zwischenlagern. Im Falle eines Brandes würden dieser in einem entsprechenden Branderfassungsbeleg dargestellt und nach Erfordernis mit einem Ereignisbericht näher aufgeschlüsselt und behördlich gemeldet.

Sonstige Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen oder „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz sind nicht bekannt. Im Rahmen der deutschen ARTEMIS-Überprüfungsmissionen, die sich mit der Entsorgungsseite des Brennstoffkreislaufs befassen, wurde der Brandschutz nicht explizit thematisiert.

#### **2.4.7 Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen**

Der Brandschutz wurde bereits bei der Planung und Errichtung der Brennelemente-Zwischenlager Biblis und ZLN berücksichtigt. Die Ausführungen des Betreibers zu den Brandschutzanalysen sind korrekt. Die Prüfung im Genehmigungsverfahren ergab, dass das Brandschutzkonzept für das Brennelemente-Zwischenlager Biblis und das Brandschutzkonzept für das ZLN neben den Anforderungen des konventionellen baurechtlichen Regelwerks auch den atomrechtlichen Anforderungen entsprechen.

Trotz aller Brandschutzvorkehrungen wurden im Genehmigungsverfahren Brände als sogenannte „Dennoch-Störfälle“ unterstellt. Es wurden

- der Brand eines beladenen Transportfahrzeugs mit den gesamten Fahrzeugbrandlasten,
- der Absturz eines Militärflugzeugs sowie
- ein Brand im benachbarten Kernkraftwerk Biblis bzw. in den angrenzenden kerntechnischen Anlagen des ZLN, insbesondere des Abfalllagers,

postuliert. Die Prüfung hat ergeben, dass auch in diesen Fällen die Störfallplanungswerte des § 49 StrlSchV (alt; jetzt § 104 StrlSchV) eingehalten werden.

Auch im Rahmen von Änderungsgenehmigungsverfahren wird der Brandschutz überprüft. Die letzte Genehmigung für das Brennelemente-Zwischenlager Biblis wurde am 19.12.2019 vom BASE erteilt. Für das Brennelemente-Zwischenlager ZLN wurde die letzte Genehmigung am 30.04.2010 erteilt. Im Rahmen dieser Genehmigungen waren keine weiteren Brandschutzmaßnahmen erforderlich.

#### **2.4.7.1 Übersicht über die seitens Aufsichtsbehörde identifizierten Stärken und Schwächen**

Die Berücksichtigung des Brandschutzes bereits bei der Auslegung der Lager an beiden Standorten war zielführend.

#### **2.4.7.2 Erkenntnisse aus Überprüfung und Bewertung im Rahmen der Aufsicht**

Die in den Brennelemente-Zwischenlagern getroffenen Maßnahmen zur Brandverhütung haben sich im Betrieb bewährt. Auch im Rahmen der PSÜ wurden keine Schwächen aufgedeckt.

#### **2.4.7.3 Schlussfolgerungen zur Eignung der Brandsicherheitsanalysen des Genehmigungsinhabers**

Die Ergebnisse der genehmigungsrechtlichen und aufsichtlichen Unterlagenprüfungen belegen das hohe, sicherheitsgerichtete Niveau des Brandschutzes der Brennelemente-Zwischenlager an beiden betrachteten Standorten. Es gibt keine Hinweise auf sicherheitsrelevante Defizite.

### **2.5 Zwischenlager für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Am Standort Biblis betreibt die BGZ zwei Zwischenlager für radioaktive Abfälle, AZB 1 und AZB 2. In diesen findet ausschließlich die Zwischenlagerung von Abfällen statt. Im Gebäude des Zwischenlagers Nord (ZLN) findet neben der Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle auch eine Konditionierung statt.

#### **2.5.1 Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen**

Im Rahmen der Planung der Anlagen wurde eine Brandsicherheitsanalyse durch einen Fachplaner erstellt, welche die Grundforderungen zum vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz enthält. Die daraus entstandenen Maßnahmen bilden die Grundlage für das Brandschutzkonzept und die Brandschutzordnung.

Die Brandschutzmaßnahmen dienen dazu:

- Brände zu verhüten,
- eine unzulässige Brandausbreitung zu verhindern,
- Personen vor den Gefahren eines Brandes zu schützen sowie
- die Freisetzung von Radioaktivität im Falle oder in Folge eines Brandes zu verhindern.

Zusätzlich werden in regelmäßigen Abständen, sowie bei Änderungen Brandgefahren ermittelt und beurteilt mittels

- arbeitsplatzspezifischer Gefährdungsbeurteilungen entsprechend der gesetzlichen und internen Regelwerke sowie
- tätigkeitsspezifischer Gefährdungsanalysen auf Grundlage des Arbeitsfreigabeverfahren.

### 2.5.2 Grundlegende Annahmen und Methoden

Da die Zwischenlager für radioaktive Abfälle dem Genehmigungsumfang für nukleare Anlagen unterliegen, ist die Gewährleistung der Brandsicherheit im unmittelbaren Zusammenhang mit der Gewährleistung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes zu sehen.

Die Einhaltung der Brandschutznormen ist somit eine wesentliche Maßnahme zur Gewährleistung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes.

Grundlage für die Sicherheitsanalyse sind:

- das Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /BMJ 22/,
- die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /BMJ 21/ sowie
- die sinngemäße Anwendung der KTA 2101.1 „Brandschutz in Kernkraftwerken“ /KTA 15/.

### 2.5.3 Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen

Am Standort Biblis wurde für die Abfall-Zwischenlager als mögliches Ereignis ein lokaler Brand innerhalb eines Brandabschnittes (höchstes Brandrisiko durch ein brennendes Transportfahrzeug in der Verladehalle bei An- und Abtransporten) angenommen. Ein Fahrzeugbrand wird durch das ständig anwesende Personal unmittelbar erkannt und bekämpft. Die Integrität der Behälter auf dem Transportfahrzeug ist somit nicht gefährdet. Dieses Brandereignis hat keine radiologischen Auswirkungen zur Folge.

Insgesamt ist das Schutzziel, dass durch einen lokalen Brand des Transportfahrzeugs keine Freisetzung radioaktiver Stoffe erfolgt, erreicht. Mit den getroffenen Brandschutzmaßnahmen ist sichergestellt, dass der sichere Einschluss des radioaktiven Inventars in Abfallbehältern auch im Brandfall gewährleistet bleibt. Die Vorsorgemaßnahmen zur Minimierung einer Brandentstehung, Begrenzung einer Brandausbreitung sowie schnellen Branderkennung und Brandbekämpfung stellen sicher, dass Brände bereits in der Entstehungsphase gelöscht werden.

Für das ZLN kommt die Störfallanalyse zu dem Schluss, dass die schwerwiegendsten sicherheitstechnischen Auswirkungen beim Umgang mit offenen, sonstigen radioaktiven Stoffen bestehen. Dieser Umgang mit brennbaren sonstigen radioaktiven Stoffen erfolgt nur in einem Bereich des Zwischenlagers (Caisson 2). In diesem Bereich werden Konditionierungsarbeiten mit einer Hochdruckpresse durchgeführt. Beim bestimmungsgemäßen Betrieb der Hochdruckpresse werden neben nichtbrennbaren Abfällen auch brennbare Abfälle, wie z. B. Textilien, Papier, Folien u. ä., behandelt. Die Anlieferung der Abfälle kann lose in Plastiksäcken verpackt, mittels Container oder in Fässern erfolgen. Als abdeckender Auslegungsbrandstörfall wurde deshalb ein Brand im Caisson 2 (Bereich der Hochdruckpresse und der Trocknungsanlage) außerhalb der normalen Arbeitszeit, wenn kein Betriebspersonal den Brand im Entstehen erkennen kann, untersucht.

Bei Ausbruch eines Brandes während der Arbeitszeit, wird dieser von dem anwesenden Betriebspersonal erkannt. Über nichtautomatische (Handdruckfeuermelder) und automatische Melder wird durch die Brandmeldeanlage Feueralarm in den Brandmeldezentralen der Inneren Wache und bei der Werkfeuerwehr ausgelöst. Außerhalb der normalen Arbeitszeit wird ein Brand durch die automatische Brandmeldeanlage detektiert. Die Brandschutzklappen der Lüftungstechnischen Anlage

schließen automatisch. Die Innere Wache informiert ebenfalls die Werkfeuerwehr. Zusätzlich ist die Werkfeuerwehr durch den/die Feststellende/n des Brandes über Notruf zu alarmieren. Weitere Feueralarme über die automatischen Brandmelder sind möglich. Parallel zur Brandmeldung wird durch das Betriebspersonal die Brandbekämpfung mittels Handfeuerlöcher eingeleitet. Die alarmierte Werkfeuerwehr trifft innerhalb von 5 min am Einsatzort ein. Sobald erkennbar ist, dass mit Hilfe der Handfeuerlöcher der Brand nicht gelöscht werden kann, verlässt das Betriebspersonal den Caisson 2 und schließt die Türen und Tore. Die eintreffende Werkfeuerwehr entscheidet vor Ort über den Einsatz der Brandbekämpfungssysteme des Caissons 2. Die Verhaltensweisen für die Einsatzkräfte sind im Feuerwehreinsatzplan und im Alarmausdruck des GMA-Managers der Brandmeldeanlage festgeschrieben. Es stehen zwei voneinander unabhängige Systeme zur Verfügung: eine halbstationäre Schaumlöschanlage und eine halbstationäre Sprühflutanlage. Die halbstationäre Schaumlöschanlage dient der Brandbekämpfung im Falle eines flächigen Flüssigkeitsbrandes. Die halbstationäre Sprühflutanlage wird beim Brand fester Abfälle eingesetzt. Da die brennbaren Abfälle über den gesamten Caisson verteilt gehandhabt werden, deckt die Anlage die gesamte Grundfläche des Raumes ab. Je nach Brandlage entscheidet der Einsatzleiter der Werkfeuerwehr welche Löschanlage einzusetzen ist. Es besteht auch die Möglichkeit beide Anlagen in Betrieb zu nehmen. Da beide Anlagen von außen (von der Verladehalle) gespeist werden und die Löschdüsen im Innern des Caissons angebracht sind (decken- bzw. wandseitig), bleibt der Caisson während der Löscharbeiten geschlossen. Zusätzlich wird er von außen durch das Besprühen mit Löschwasser gekühlt. Zur Absicherung der Einsatzkräfte stehen entsprechende Kommunikationsmöglichkeiten, Kontaminationsschutzrüstungen und Mittel zur Einsatzüberwachung zur Verfügung. Falls die Werkfeuerwehr den Brand mit den ihr zur Verfügung stehenden Mitteln nicht unter Kontrolle bringen kann, erfolgt eine Nachalarmierung weiterer Einsatzkräfte.

Die Wahrscheinlichkeit der Entstehung eines Brandes außerhalb der normalen Arbeitszeit ist gering, da bei Beendigung der Arbeiten im Caisson keine Zündquellen vorhanden sind. Außerdem befinden sich nach Beendigung der Arbeiten alle brennbaren Abfälle in verschlossenen Containern bzw. Fässern, so dass keine Abfälle als offene Brandlasten vorliegen. Sollte dennoch ein Brand im Caisson 2 ausbrechen, so wird dieser durch automatische Brandmelder der Brandmeldeanlage erkannt und Feueralarm in den Brandmeldezentralen in der Inneren Wache und bei der Werkfeuerwehr ausgelöst.

#### **2.5.4 Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers)**

Die Brandsicherheitsanalysen für die Abfall-Zwischenlager AZB 1 und AZB 2 kamen zu dem Ergebnis, dass durch einen lokalen Brand eine größere Freisetzung radioaktiver Stoffe nicht erfolgt.

Für das ZLN kann es aufgrund der Konditionierung im Caisson 2 zum Umgang mit offenen brennbaren radioaktiven Stoffen kommen. Dieser ist in Abschnitt 2.5.3 näher beschrieben. Im Ergebnis kann bestätigt werden, dass auch bei dem dort beschriebenen Auslegungstörfall die Grenzwerte des § 104 StrlSchV /BMJ 21/ deutlich unterschritten werden. Die Schutzmaßnahmen baulicher, anlagentechnischer und organisatorischer Art sind so ausgelegt, dass eine Brandausbreitung auf einen Brandabschnitt beschränkt bleibt.



## **2.5.5 PSÜ und Handhabung von Änderungen**

Für die Abfall-Zwischenlager AZB 1 und AZB 2 wurden bisher noch keine PSÜ durchgeführt. Die erstmalige Durchführung der PSÜ ist für die Jahre 2025 (AZB 1) und 2028 (AZB 2) vorgesehen.

Die aktuelle PSÜ für das Abfalllager ZLN betrachtet den Überprüfungszeitraum von 1998 bis einschließlich 2020 und befindet sich derzeit in der Erstellung. Geprüft werden Sicherheitsdokumentation sowie sicherheitsrelevante SSC unter Beachtung regulatorischer Änderungen und Änderungen am Stand der Technik sowie technischer Regeln und Richtlinien. Des Weiteren werden Betriebserfahrungen ausgewertet, Alterungsaspekte untersucht und die Ereignis- und Störfallbetrachtungen überarbeitet. Aus den Ergebnissen wird im Rahmen des Berichtes ein Aktionsplan erstellt.

### **2.5.5.1 Übersicht über die Maßnahmen**

Maßnahmen aus PSÜ für Abfall-Zwischenlager sind nicht vorhanden (siehe Abschnitt 2.5.5).

### **2.5.5.2 Stand der Umsetzung von Modifikationen/Änderungen**

Die Vorgehensweise bei Änderungen ist im Betriebshandbuch der Abfall-Zwischenlager geregelt. Dies schließt Änderungen im Bereich des Brandschutzes (baulich, anlagentechnisch und organisatorisch) ein. Bei allen Änderungen werden die Aspekte des Brandschutzes berücksichtigt.

Im Rahmen des Aufsichtsverfahrens werden die vorgesehenen Änderungen einschließlich deren Realisierung verfolgt.

## **2.5.6 Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen**

Die Erfahrungen der Genehmigungsinhaber der Abfall-Zwischenlager zeigen, dass wirkungsvolle Konzepte hinsichtlich des Brandschutzes bestehen. Die baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen sind dazu geeignet, die Schutzziele gemäß den Sicherheitsanforderungen für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen einzuhalten.

### **2.5.6.1 Übersicht über Stärken und Schwächen**

Die Brandverhütungsmaßnahmen in den Abfall-Zwischenlagern sind wirkungsvoll und erfüllen die gesetzlichen Forderungen. Die getroffenen Maßnahmen der Brandverhütung und des abwehrenden Brandschutzes wurden bereits bei der Auslegung der Anlagen berücksichtigt und haben sich über die bisherige Betriebsdauer bewährt. Auch im Falle eines Brandes wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe effektiv verhindert, die Schutzziele werden eingehalten.

Potenzielle Schwächen werden durch das Antragsverfahren bei Änderungen, sowie im Rahmen regelmäßiger Begehungen frühzeitig identifiziert und behoben oder durch Kompensationsmaßnahmen ausgeglichen.

### **2.5.6.2 Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen, „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz**

Es finden regelmäßige Begehungen gemäß betrieblichem Regelwerk zur Wirksamkeitskontrolle des vorbeugenden Brandschutzes statt (z. B. durch die zuständige Feuerwehr). Zusätzlich wird zusammen mit der Aufsichtsbehörde und dem Sachverständigen eine jährliche Brandschau veranstaltet. Die Ergebnisse werden dokumentiert und im Falle von Abweichungen Maßnahmen festgelegt und umgesetzt.

Es werden regelmäßig Übungen mit der zuständigen Feuerwehr durchgeführt. Ergänzend werden regelmäßig praktische Übungen im Umgang mit Brandschutzeinrichtungen (z. B. Feuerlöschern) und den Alarmierungsketten (Alarm- und Evakuierungsübungen) durchgeführt. Identifizierte Verbesserungsmaßnahmen werden anschließend entsprechend umgesetzt und in die betrieblichen Prozesse implementiert. Sofern das Abfall-Zwischenlager in direkter Nachbarschaft zu einer anderen kerntechnischen Anlage steht (z. B. Kernkraftwerk, Brennelemente-Zwischenlager), finden ebenso gemeinsame Übungen statt.

Das zugrundeliegende Verfahren hinsichtlich der brandschutztechnischen Planung, Genehmigung, des Betriebes und der regelmäßigen Überprüfung sowie Aktualisierung der vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen erfüllt bisher uneingeschränkt die kerntechnischen Anforderungen. Änderungen bedürfen einer entsprechenden Anzeige und werden vorab beurteilt. Werden Risiken oder Schwächen erkannt, werden Maßnahmen eingeleitet, um diesen entgegenzuwirken.

Bislang gab es keine Brände in den betrachteten Abfall-Zwischenlagern. Im Falle eines Brandes würde dieser in einem entsprechenden Branderfassungsbeleg dargestellt und nach Erfordernis mit einem Ereignisbericht näher aufgeschlüsselt und behördlich gemeldet.

In einem baulich abgetrennten Betriebs- und Sozialgebäude am ZLN gab es ein Brandereignis in einem Serverraum aufgrund eines defekten Steuerteils und Wärmestau. Zu diesem wurde ein Ereignisbericht erstellt. Die getroffenen Maßnahmen wurden in einem Branduntersuchungsbericht festgehalten und umgesetzt.

Sonstige Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen oder „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz sind nicht bekannt. Im Rahmen der deutschen ARTEMIS-Überprüfungsmissionen, die sich auch mit der Entsorgung radioaktiver Abfälle befassen, wurde der Brandschutz nicht explizit thematisiert.

### **2.5.7 Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörden zu den Brandsicherheitsanalysen**

Der Brandschutz wurde bereits bei der Planung und Errichtung der Abfall-Zwischenlager berücksichtigt. Die Ausführungen des Betreibers zu den Brandschutzanalysen sind korrekt.

#### **2.5.7.1 Übersicht über die seitens Aufsichtsbehörden identifizierten Stärken und Schwächen**

Die Berücksichtigung des Brandschutzes bereits bei der Planung und Errichtung der Abfall-Zwischenlager ist zielführend.

### **2.5.7.2 Erkenntnisse aus Überprüfung und Bewertung im Rahmen der Aufsicht**

Die in den Abfall-Zwischenlagern getroffenen Maßnahmen haben sich im Betrieb bewährt.

### **2.5.7.3 Schlussfolgerungen zur Eignung der Brandsicherheitsanalysen des Genehmigungsinhabers**

Die Ergebnisse der genehmigungsrechtlichen und aufsichtlichen Unterlagenprüfungen belegen das hohe, sicherheitsgerichtete Niveau des Brandschutzes an beiden betrachteten Standorten Biblis und ZLN von Abfall-Zwischenlagern. Es gibt keine Hinweise auf sicherheitstechnische Defizite.

## **2.6 Anlagen in der Stilllegung**

In diesem Abschnitt wird ausschließlich die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) einschließlich der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) betrachtet.

Betrachtungen für die Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren erfolgen in Abschnitt 2.1 bzw. 2.2.

### **2.6.1 Grundlegende Annahmen und Methoden**

Im Prozessgebäude der WAK befinden sich aufgrund des fortgeschrittenen Rückbaus nur noch geringe Brandlasten. Die überwiegende Anzahl der technischen Einrichtungen sind entfernt. Entstehungs- und Kleinstrände werden von innen direkt mit vorhandenen Feuerlöschern gelöscht. Bei einem Brand wird ein Übergreifen des Feuers auf Nachbargebäude oder die Umgebung durch den baulichen Brandschutz oder ausreichende Abstände an den Außengrenzen des Prozessgebäudes verhindert.

Innerhalb der VEK wird der Grundsatz umgesetzt, nur geringe Mengen an brennbaren Stoffen zu verwenden und dort, wo es unumgänglich ist und größere Mengen eingesetzt sind, diese durch geeignete Maßnahmen zu schützen.

Ein unterstellter Brand kann mit Hilfe der getroffenen Branderkennungs- und Brandbekämpfungsmaßnahmen beherrscht werden. Während der Demontagearbeiten ist der Einsatz von elektrisch betriebenen Trennwerkzeugen erforderlich. Es wurde in einer Betrachtung unterstellt, dass dadurch ein Brand entstehen kann. Für die Störfallbetrachtung Brand kommt nur die Freisetzung in die Anlage in Betracht. Eine Brandausbreitung in die Umgebung kann ausgeschlossen werden.

### **2.6.2 Art und Umfang von Brandsicherheitsanalysen**

Neben den Anforderungen des konventionellen Brandschutzes haben die Brandschutzmaßnahmen in der WAK auch zum Ziel, das Anlagenpersonal und die Umgebung vor den bei einem unterstellten Brand in Betracht zu ziehenden radiologischen Folgewirkungen zu schützen.

Aufgrund des Anlagenstatus mit Brandabschnittsbildung, Brandfrüherkennung und geringer Menge an brennbaren Stoffen, werden in der Sicherheitsbetrachtung nur lokale Kleinbrände bei Rückbau-

baustellen berücksichtigt; eine probabilistische Brandrisikoanalyse liegt nicht vor. Eine gebäudeübergreifende Brandausbreitung ist aufgrund der Entfernung zu anderen Gebäuden auszuschließen.

Die Sicherheit der gesamten Anlage WAK wurde zuletzt mit dem „Sicherheitsbericht der WAK, Stand 08/98“ bewertet und wird mit den einzelnen Stilllegungsgenehmigungen fortgeschrieben.

### **2.6.3 Analysen der Brandwirkungen: Übersicht über Modelle, Daten und Auswirkungen**

Im Sicherheitsbericht der WAK/VEK werden Störfälle und deren Vermeidung behandelt. Darin sind auch Anforderungen an den Brandschutz definiert, die zu erfüllen sind, um die Brandfolgen auf einem niedrigeren Level zu halten.

Beim Rückbau in den Zellen erfolgt die Rückhaltung der Aerosole beim Brandfall durch den Einsatz von Zellenvorfilteranlagen und die im Abluftsystem installierten Schwebstofffilter. In den Zellen sind brennbare Elektrokabel und Schlauchleitungen verlegt. Sie werden im Zuge des Rückbaus in Stücke zerlegt. Für ein unterstelltes Brandereignis dieser brennbaren Stoffe wird eine 60 min andauernde thermische Einwirkung bei 800 °C als hinreichend konservativ angenommen. Das dabei freigesetzte Aktivitätsinventar beträgt ca. 1 E+06 Bq. Die freigesetzte Aktivität wird über die Vorfilter und die Schwebstofffilter der Abluftanlage gefiltert, welche für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage ausgelegt und genehmigt ist, und über den Abluft-Kamin an die Umgebung abgegeben. Die Aktivitätsableitung über den Abluft-Kamin ist im ungünstigsten Fall < 5 E+02 Bq Die Störfallplanungsgrenzwerte werden aufgrund der Rückhaltung durch die Filterstrecke weiterhin unterschritten.

Folgende Brandfolgen sind für die WAK und VEK zutreffend:

- Durch die entstehenden Brandgase und den Rauch würde die Lüftungsanlage möglicherweise Schaden nehmen bzw. zum Erliegen kommen, da sie nicht für den Abtransport von Rauch ausgelegt ist. Da bei Branderkennung die Lüftung heruntergefahren wird, ist dies nicht relevant.
- Der betroffene Bereich muss hinsichtlich des Niederschlags von Brandgasen und Rauch dekontaminiert werden. Das führt zu Personaleinsätzen und der kurzzeitigen Einstellung der Rückbautätigkeiten.
- Aufgrund der Gebäudestruktur und der geringen Brandlasten kann ein je nach Branddauer und entstehender Temperatur auftretender Schaden der Statik beim Prozessgebäude der WAK und der VEK ausgeschlossen werden.

### **2.6.4 Wesentliche Ergebnisse/dominierende Ereignisse (Erfahrungen des Genehmigungsinhabers)**

Die Brandsicherheitsanalysen für die WAK und die VEK kamen zu dem Ergebnis, dass im Brandfall keine unzulässige Freisetzung radioaktiver Stoffe zu erwarten ist. Die Störfallplanungsgrenzwerte werden im Brandfall unterschritten.

### **2.6.5 PSÜ und Handhabung von Änderungen**

Da für die WAK und VEK bisher keine PSÜ durchzuführen war, können entsprechende Aussagen nicht getroffen werden.

Die Brandschutzordnung, die Teil des bei der WAK vorhandenen Betriebshandbuchs nach den Vorgaben des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) ist, wird im Rahmen der behördlichen Änderungsvorhaben dem jeweilig zu änderndem Anlagenzustand angepasst und fortgeschrieben.

#### **2.6.5.1 Übersicht über die Maßnahmen**

Bei Änderungsvorhaben sind stets auch Auswirkungen auf vorhandene Brandschutzeinrichtungen bei Antragstellung zu bewerten. Aufgrund des Rückbaufortschrittes und der Baustellensituation kommt es an einigen Stellen so auch zur Aufhebung von Brandschutzeinrichtungen durch den Fortschritt des Rückbaus.

Feste, brennbare Reststoffe werden in geeigneten Reststoffbehältern gesammelt. Da eine Selbstentzündung des Behälterinhaltes auszuschließen ist und keine Zündquellen vorhanden sind, kann es zu keiner Brandentstehung kommen.

#### **2.6.5.2 Stand der Umsetzung von Modifikationen/Änderungen**

Es wurden vorhandene Brandbekämpfungsabschnitte innerhalb eines Gebäudes zusammengelegt, deshalb mussten kompensatorische Ersatzmaßnahmen, wie die Erschließung neuer Fluchtwege durch Treppentürme, realisiert werden.

### **2.6.6 Erfahrung des Genehmigungsinhabers mit Brandsicherheitsanalysen**

Im Rahmen der erteilten Stilllegungsgenehmigungen wurden Sicherheitsberichte und Störfallanalysen erstellt und hierbei auch die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben bzw. sinngemäß der KTA-Regel KTA 2101, Teil 1-3 „Brandschutz in Kernkraftwerken“ /KTA 15/, /KTA 15a/, /KTA 15b/ geprüft und nachgewiesen. Im Rahmen der atomrechtlichen Aufsichtsverfahren werden ebenfalls Sicherheitsbetrachtungen durchgeführt, die auch die Überprüfung der Anforderungen des Brandschutzes beinhalten.

#### **2.6.6.1 Übersicht über Stärken und Schwächen**

Die getroffenen Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandschutzes sind bereits bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt worden und haben sich über die bisherige Betriebsdauer bewährt. Mit jeder Anlagenänderung ist dies erneut zu betrachten. Auch im Falle eines Brandes wird eine Freisetzung radioaktiver Stoffe verhindert und die Schutzziele somit eingehalten.

Die Erfahrungen zeigen, dass wirkungsvolle Konzepte hinsichtlich des Brandschutzes bestehen. Die baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und organisatorischen Maßnahmen sind dazu geeignet, die Schutzziele gemäß den Sicherheitsanforderungen zu erfüllen.

Schwächen an den Brandschutzmaßnahmen wurden nicht identifiziert.

### **2.6.6.2 Erkenntnisse aus Ereignissen, Überprüfungen, „Missions“ im Zusammenhang mit dem Brandschutz**

Die Erfahrungen der WAK in Bezug auf Brandverhütungsmaßnahmen sind durchweg positiv. Alle Brände werden durch die Betreiberin beschrieben und der Behörde berichtet.

Alle anlageninternen Brände sind entsprechend den geltenden Melderegungen zu melden.

Bisher gab es keine größeren Brände auf dem Gelände von WAK und VEK. Es kam nur zu Kleinbränden durch defekte Werkzeuge. Alle Brände wurden zuverlässig erkannt und konnten schnell gelöscht werden. Zu Folgeschäden kam es nicht.

Während des Wiederaufarbeitungsbetriebes der WAK war aufgrund der Radiolysegasbildung, des Betriebes elektrolytischer Einrichtungen, des Einsatzes starker Säuren und der Handhabung brennbarer Flüssigkeiten mit dem Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre zu rechnen. Diese Arbeiten finden aufgrund des Anlagenzustandes nicht mehr statt, daher befinden sich keine Stoffe mehr in der Anlage, die eine explosionsfähige Atmosphäre erzeugen könnten.

Erkenntnisse aus internationalen „Missions“ den Brandschutz betreffend liegen für die WAK nicht vor.

Für die Demontage der Einbauten in den Zellen der VEK ist der Einsatz von elektrisch betriebenen Trennwerkzeugen erforderlich. Es wurde in einer Betrachtung unterstellt, dass dadurch ein Brand entstehen kann. Für die Störfallbetrachtung Brand kommt für die VEK nur die Freisetzung in die Anlage in Betracht. Aufgrund der bestehenden Rückhalteeinrichtungen ist ein Übergreifen in die Umgebung ausgeschlossen. Im Zellentrakt sind brennbare Elektrokabel und Schlauchleitungen verlegt. Sie werden im Zuge des Rückbaus in Stücke zerlegt und in Paketiertrommeln verpackt. Für die im Falle eines Brandes in den Zellentrakt freigesetzte Aktivität werden analog der in der Transportstudie Konrad der GRS angegebenen Freisetzungssanteile angewandt. Für Rückbauabfälle in Paketiertrommeln wird die Abfallgebindegruppe für unfixierte und nicht-kompaktierbare Abfälle herangezogen. Für die Ereignisse mit thermischer Einwirkung wird die Belastungsklasse BK3 (entsprechend einer 60 min lang andauernden thermischen Einwirkung bei 800 °C) als hinreichend konservativ angenommen. Der Zellentrakt als auch die Lüftungsanlage halten diesem Ereignis stand.

Ereignisse werden untersucht und Vorkehrungen im Bereich der Brandverhütung und Brandschutzmaßnahmen implementiert.

Erfahrungen aus den regelmäßigen Übungen werden zur weiteren Verbesserung des abwehrenden Brandschutzes ausgewertet und identifizierte Verbesserungen eingeführt.

Das zugrundeliegende Verfahren hinsichtlich der brandschutztechnischen Planung, Genehmigung, des Betriebes und der regelmäßigen Überprüfung sowie Aktualisierung der vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen zeigen, dass die o. g. Schutzziele eingehalten werden. Im Falle eines Brandereignisses bleibt dieser auf den Entstehungsort begrenzt und die Schutzziele werden eingehalten.

## **2.6.7 Einschätzung und Schlussfolgerungen der Aufsichtsbehörde zu den Brandsicherheitsanalysen**

Die Darstellung in Abschnitt 2.6 ist bezogen auf die Anlage WAK einschließlich der VEK zutreffend.

### **2.6.7.1 Übersicht über die seitens Aufsichtsbehörde identifizierten Stärken und Schwächen**

Die Sicherheitsanalyse von 1998 hat aufgezeigt, dass aufgrund des Zustands der Anlage (lokale Kleinbrände zwar nicht auszuschließen, Brandausbreitung in andere Gebäude jedoch unwahrscheinlich) ein Brand beherrscht wird und eine Kontamination von Mensch und Umwelt als Folge eines Brandes nicht zu erwarten ist.

### **2.6.7.2 Erkenntnisse aus Überprüfung und Bewertung im Rahmen der Aufsicht**

Die sich mit fortschreitendem Rückbau ergebenden Änderungen werden im Rahmen von Änderungsanzeigen aufsichtlich auch im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf den Brandschutz überprüft. Dabei wird insbesondere auf die Aspekte Alterungsmanagement und Nachführung von Dokumenten geachtet.

### **2.6.7.3 Schlussfolgerungen zur Eignung der Brandsicherheitsanalysen des Genehmigungsinhabers**

Durch die vorangehend dargestellten Analysen und Maßnahmen der Anlage sowie die begleitende aufsichtliche Überprüfung wird sichergestellt, dass alle Brandschutzanforderungen eingehalten bleiben.

## 3 Brandschutzkonzept und dessen Umsetzung

Bei einem Brandschutzkonzept handelt es sich um die Gesamtheit aller erforderlichen baulichen, anlagentechnischen sowie organisatorischen Maßnahmen, die die Entstehung von Bränden und deren Ausbreitung verhindern sowie die Rettung von Personen im Brandfall ermöglichen.

Die übergeordneten Schutzziele für die technische Auslegung und den Betrieb der im NAR betrachteten Anlagen bzw. Einrichtungen bestehen darin:

1. jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt zu vermeiden,
2. jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten;
3. bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen auslegungsbestimmende Störfälle unbeschadet der Forderung (1) unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes Maßnahmen zu treffen, um die Strahlenexposition durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu begrenzen.

Hieraus abgeleitet ergeben sich, bezogen auf den Brandschutz, die grundlegenden Schutzziele der Verhütung von Bränden bzw. deren frühe Erkennung und wirksame Bekämpfung.

In diesem Zusammenhang ist sicherzustellen, dass durch anlageninterne Brände und deren Folgewirkungen die folgenden kerntechnischen Schutzziele nicht beeinträchtigt werden:

- Kontrolle der Reaktivität,
- Kühlung der Brennelemente und/bzw. Abfuhr der Zerfallswärme,
- Einschluss der radioaktiven Stoffe und
- Begrenzung einer Strahlenexposition

Folgende gestaffelte Brandschutzmaßnahmen stellen in ihrer Gesamtheit die Einhaltung der kerntechnischen und konventionellen Schutzziele sicher:

- a) bauliche Brandschutzmaßnahmen (Abschnitt 3.3),
- b) anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen (Abschnitte 3.2.1 und 3.2.2),
- c) betriebliche Brandschutzmaßnahmen (Abschnitt 3.2.3) und
- d) abwehrende Brandschutzmaßnahmen (Abschnitt 3.2.3).

Bei Kernkraftwerken im Rückbau bleibt die Staffelung der Brandschutzmaßnahmen zur Einhaltung der konventionellen Schutzziele grundsätzlich erhalten.

Das Brandschutzkonzept berücksichtigt ebenfalls die radiologischen Sicherheitsziele und somit Aspekte des Strahlenschutzes.

Die Brandschutzkonzepte und deren Umsetzung werden in den nächsten Abschnitten beschrieben.



### 3.1 Brandverhütung

#### 3.1.1 Auslegungsüberlegungen und Vorkehrungen zur Brandverhütung

##### Kernkraftwerke

Um einer Brandentstehung vorzubeugen, sind als Maßnahmen zur Brandverhütung Brandlasten und potenzielle Zündquellen auf das für den sicheren Betrieb erforderliche Maß zu begrenzen.

Unvermeidbare Brandlasten sind:

- dort, wo dies konstruktiv und aufgrund der Anforderungen an den Betrieb der Einrichtungen möglich ist, von unvermeidbaren potenziellen Zündquellen so getrennt, dass eine Entzündung dieser Brandlasten vermieden wird, so abgetrennt, dass Personen, die sich in gesicherten Bereichen befinden (z. B. in notwendigen Treppenträumen oder Schleusenvorräumen), nicht gefährdet werden können, und
- grundsätzlich so abgetrennt, dass das Sicherheitssystem und die Notstandseinrichtungen nicht unzulässig beeinträchtigt werden können. Falls aufgrund systemtechnischer oder nutzungstechnischer Erfordernisse eine derartige Abtrennung nicht ausführbar ist, sind zur Erreichung eines gleichwertigen Schutzzustandes andere Brandschutzmaßnahmen vorhanden.

Sofern unvermeidbare Brandlasten vorliegen, die nicht gekapselt sind, sind Maßnahmen zur Minimierung der Rauchentwicklung (z. B. durch Baustoff- oder Werkstoffwahl) getroffen.

##### Forschungsreaktoren

Brandverhütung findet an den Forschungsreaktoren gemäß den anerkannten Grundsätzen des gestaffelten Sicherheitskonzepts statt. Folgende Regeln gelten und sind in den Brandschutzkonzepten bzw. der Brandschutzordnungen der Betriebshandbücher dargelegt:

- Brandlasten werden minimiert und ggf. gekapselt sowie bzgl. der Rauchentwicklung minimiert,
- Brandlasten werden so weit wie möglich voneinander getrennt oder in unterschiedlichen Brandabschnitten, die brennbaren Gase der Kalten Quelle in doppelter Einhausung, sonstige brennbare Flüssigkeiten oder Gase in feuerbeständigen Gefahrgutschränken gelagert und sind nur in tagesüblicher Menge (i. d. R. nicht mehr als 1 l) vor Ort offen vorhanden. Entstehende Radiolysegase im Schutzgassystem (D<sub>2</sub>O-Systeme) am FRM II werden durch Einspeisen von Sauerstoff weit vor Bildung explosionsfähiger Mischungen rekombiniert.
- Vor Einbringen von Brandlasten in sensible Bereiche ist die Bewertung durch einen Brandschutzbeauftragten und gegebenenfalls die Freigabe der Betriebsleitung erforderlich.
- Räume bzw. Behälter, die brennbare Gase enthalten, werden, soweit praktikabel, inertisiert oder verfügen über doppelten Einschluss (z. B. Gasräume der kalten Quelle).
- Potenzielle Zündquellen werden minimiert und soweit möglich von Brandlasten getrennt, es findet ein Management von Heißarbeiten im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens (FRM II) bzw. per Erlaubnisschein (FR MZ) statt.
- Im Rahmen von nichtwesentlichen Änderungen werden gemäß Änderungsordnung des Betriebshandbuchs Brandschutzaspekte berücksichtigt.

- Angepasst an die unvermeidbaren bzw. betrieblich erforderlichen Brandlasten werden vor Ort entsprechend Löschvorkehrungen bereitgehalten. Die Überwachung mit direkter Alarmierung der Werkfeuerwehr bzw. der Berufsfeuerwehr ist in jedem Fall gewährleistet.

Beginnend mit der Brandverhütung werden im Zuge von Auf- oder Umbauten experimenteller Einrichtungen die Aspekte des Brandschutzes geprüft.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Der Brandschutz der BFL ist übergeordnet in einem Brandschutzkonzept und in der im Betriebshandbuch festgeschriebenen Brandschutzordnung geregelt. Im Brandschutzkonzept sind die Maßnahmen der Brandvermeidung, die organisatorischen Brandschutzbelange und die den abwehrenden Brandschutz betreffenden Einrichtungen sowie die baulichen und anlagentechnischen Brandschutzkomponenten gemäß den gültigen Rechtsvorschriften dargestellt (siehe Abschnitt 3.3.1.1). Das Brandschutzkonzept legt dar, dass die Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen alle schutzzielorientierten Anforderungen des kerntechnischen Regelwerks erfüllen.

Im Brandschutzkonzept der BFL sind die im Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz (RS-Handbuch) enthaltenen Sicherheitsanforderungen für die Herstellung von Leichtwasserreaktorbrennelementen mit niedrig angereichertem Uran festgeschrieben. Über die im vorgenannten Handbuch dargestellten Schutzziele ergeben sich die gemäß Landesbauordnung ableitbaren zusätzlichen Maßnahmen und abgeleiteten Regeln, die aufgrund der besonderen Art oder Nutzung der Anlage erforderlich sind, damit die grundsätzlichen Schutzziele eingehalten werden können.

Um das Schutzziel der Verhütung von Entstehungsbränden zu erreichen, kommen verschiedene Prinzipien und Vorsorgemaßnahmen zur Anwendung. Dazu zählen:

- baulich-technische Maßnahmen in Bezug auf die Auslegung der Gebäude,
- die Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe bzw. grundsätzlich schwerentflammbarer, unvermeidbarer brennbarer Baustoffe,
- die Bildung von Brandabschnitten und Brandunterabschnitten zur Eingrenzung von Bränden,
- die Verhinderung einer Brandausbreitung durch entsprechende bauliche Maßnahmen, auch über die Lüftungsanlagen, z. B. durch den Einsatz von Brandschutzklappen in der Zuluftführung,
- eine Bevorratung von begrenzten Mengen brennbarer Stoffe an den Arbeitsstationen, ggf. in speziell dafür vorgesehenen nichtbrennbaren Behältern,
- die Begrenzung der Brandlasten auf das erforderliche Minimum,
- die Minimierung größerer Mengen brennbarer Betriebsstoffe oder deren sichere Aufbewahrung und Kontrolle sowie
- eine Minimierung von Brandlasten und potenziellen Zündquellen;
- entsprechende Auslegung und Betrieb der Systeme,
- die Lagerung brennbarer Betriebsstoffe außerhalb des Fertigungsgebäudes.

## UAG

Das Konzept des anlagenbezogenen Brandschutzes bei der UAG beruht auf

- einer Brandverhütung durch vorbeugende Brandschutzmaßnahmen,
- einer frühzeitigen Branderkennung und
- einer wirkungsvollen Bekämpfung von Entstehungsbränden.

Der Brandschutz der UAG ist übergeordnet in einem Brandschutzkonzept und in Brandschutzordnungen geregelt.

Im Brandschutzkonzept der UAG sind die im Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz enthaltenen Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen nach dem Gasultrazentrifugenprinzip festgeschrieben. Über die im RS-Handbuch dargestellten Schutzziele ergeben sich die gemäß geltender Landesbauordnung ableitbaren zusätzlichen Maßnahmen und daraus abgeleiteten Regeln, die aufgrund der besonderen Art oder Nutzung der Anlage erforderlich sind, damit die besonderen Schutzziele eingehalten werden können.

Um das Schutzziel zur Entstehung von Brandereignissen zu verhindern bzw. zu erschweren und die Brandausbreitung zu begrenzen, kommen unterschiedliche Brandschutzmaßnahmen zur Anwendung. Dazu zählen:

- die baulich-konstruktive Auslegung der Gebäude (Verwendung nicht brennbarer Baustoffe),
- Räume und Bereiche mit besonderen Gefahren (elektrische Betriebsräume mit Hochspannung, Transformatoren, Gasanlage für brennbare Gase, Strahlenschutzbereiche),
- die Minimierung von Brandlasten und potenziellen Zündquellen,
- Heißarbeiten im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens,
- eine Bevorratung brennbarer Stoffe am Arbeitsplatz auf kleinste Mengen,
- die Lagerung brennbarer Stoffe nur in schwer entflammbar, dicht verschließbaren Behältern,
- die Lagerung größerer Mengen brennbarer Betriebs- und Hilfsstoffe brandschutztechnisch getrennt von radioaktiven Stoffen enthaltenden Anlagen,
- eine Kontrolle der Brandlasten durch den Brandschutzbeauftragten,
- ein Rauchverbot in den Produktionsgebäuden.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Der vorbeugende Brandschutz erstreckt sich auf Maßnahmen zur Verhinderung eines Brandes und einer Brandausbreitung sowie zur Sicherung der Flucht- und Rettungswege. Er schafft außerdem die Voraussetzungen für einen wirkungsvollen abwehrenden Brandschutz. Das Konzept beruht auf einer Kombination von baulichen, anlagentechnischen sowie von betrieblichen Maßnahmen. Zu diesen Maßnahmen zählen:

- bauliche Brandschutzmaßnahmen: Einteilung der Gebäude in Brandabschnitte sowie die Einrichtung von Flucht- und Rettungswegen und die Wahl der Baustoffe,

- anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen: Installation von Brandmeldeanlagen und geeigneten Löschanlagen,
- betriebliche Brandschutzmaßnahmen: Die organisatorischen Maßnahmen zum Brandschutz (Brandschutzordnung) sowie die Wahl der Betriebsmittel zur Minimierung der Brandlasten und die Einbindung der Feuerwehren.

Die Anforderungen an den Brandschutz ergeben sich aus den gültigen Gesetzen, Rechtsverordnungen, Verwaltungsvorschriften und den anerkannten Regeln der Technik und somit ergeben sich folgende Schutzziele und Anforderungen:

- Vermeidung der Entstehung von Bränden durch Verwendung nichtbrennbarer bzw. schwer entflammbarer Baustoffe und Betriebsmittel,
- Begrenzung der Menge der brennbaren Betriebsmittel auf das betrieblich notwendige Maß,
- Begrenzung von Bränden auf Raumbereiche durch entsprechende bauliche Maßnahmen (Einteilung in Brandabschnitte),
- rasche Detektion und Lokalisierung von Bränden durch entsprechende Brandmeldeeinrichtungen,
- rasche und wirksame Bekämpfung von Bränden,
- brandschutztechnische Schulung des Personals,
- Vorhaltung von Flucht- und Rettungswegen zur Personenrettung und Brandbekämpfung,
- wiederkehrende Prüfungen an bau- und anlagentechnischen Brandschutzeinrichtungen,

Aufgabe der vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen ist es, eine Brandentstehung zu vermeiden sowie eine Ausweitung des Brandes zu verhindern. Dies erfordert Schutzmaßnahmen an Bauwerken sowie an maschinen- und elektrotechnischen Komponenten. Zum vorbeugenden Brandschutz gehört die Minimierung von Brandlasten. Daher werden zur Minimierung von Brandlasten weitestgehend nichtbrennbare Baustoffe entsprechend der Baustoffklasse A verwendet.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich ausschließlich auf die WAK einschließlich der VEK.

Der Brandschutz ist im Brandschutzkonzept und in der im Betriebshandbuch der WAK inkl. VEK festgeschriebenen Brandschutzordnung umfassend beschrieben. Das Konzept des anlagenbezogenen Brandschutzes beruht auf vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen, einer frühzeitigen und zuverlässigen Branderkennung und einer wirkungsvollen Bekämpfung von Entstehungsbränden sowie Maßnahmen des abwehrenden Brandschutzes.

Zweck der Maßnahmen zum Schutz von Brand bei der WAK und VEK ist die Gewährleistung der Sicherheit des Personals und der Umgebung sowohl vor den direkten Auswirkungen dieses Schadensereignisses als auch vor daraus möglichen Folgewirkungen. Weiterhin sind neben den konventionellen Schutzzielen radiologische Sicherheitsziele sicherzustellen. Bei der WAK sind diese der

„Einschluss radioaktiver Stoffe“, die „Begrenzung einer Strahlenexposition“ und der „Schutz der dort tätigen Personen“ nach KTA 2101.1 /KTA 15/.

Im Bereich des Prozessgebäudes sind radioaktive Stoffe in Form von loser Kontamination an Gebäuden oder vorhandenen Einbauten vorhanden. Entstehungsbrände sind mittels vorhandener Feuerlöscher zu bekämpfen, Eigenschutz des Personals hat Vorrang, bei Brand ist der Bereich fluchtartig zu verlassen. Durch Meldung eines Brandes (durch Personal oder Auslösung eines automatischen Brandmelders) erfolgt die automatische Alarmierung der Werkfeuerwehr. Die Einstufung der Gefahrengruppen für Einsätze sind innerhalb von Kontroll- bzw. Sperrbereichen „Gefahrengruppe III“ und im Überwachungsbereich bzw. sonstigem Betriebsgelände „Gefahrengruppe I“.

Im Betriebshandbuch der WAK gibt es hierzu Festlegungen in der Brandschutzordnung und der Alarmordnung.

Zur Vermeidung des Entstehens und des Übergreifens von Bränden werden nachfolgende Maßnahmen realisiert:

- Einhalten des Arbeitserlaubnisverfahrens unter Beteiligung der Fachbereiche,
- Erstellung von Gefährdungsbeurteilungen vor Durchführung aller Arbeiten,
- Minimierung des Einsatzes von brennbaren Stoffen,
- brandschutztechnische Trennung,
- automatisches Abfahren der Lüftungsanlage bei Auslösen eines automatischen Brandmelders bzw. eines Handmelders und Meldung durch die Brandmeldezentrale,
- Vermeidung von gefährlichen Stoffen innerhalb der Anlage,
- möglichst übersichtliche Anordnung von Betriebseinrichtungen und Arbeitsplätzen,
- Sammlung anfallender feuergefährlicher Abfälle in nichtbrennbaren dichtschießenden Abfallbehältern,
- Einholen einer separaten Arbeitserlaubnis für Heißarbeiten.

### **3.1.2 Überblick über das Vorgehen bei der Handhabung und der Kontrolle von Brandlasten und potenziellen Zündquellen**

#### **Kernkraftwerke**

Bereits bei der Erstellung des Auslegungskonzepts sind permanente Brandlasten soweit möglich minimiert worden. Es sind grundsätzlich nichtbrennbare Baustoffe verwendet worden. Unvermeidbare brennbare Baustoffe sind grundsätzlich schwerentflammbar. Es existieren unvermeidbare brennbare Werkstoffe, die jedoch vernachlässigbare Brandlasten darstellen, z. B. Flanschdichtungen, Kennzeichnungsschilder, Anstriche an anlagentechnischen Komponenten.

Änderungen am Auslegungszustand werden im Rahmen von Änderungsverfahren auch immer hinsichtlich der brandschutztechnischen Relevanz bewertet und das Prinzip der Minimierung von Brandlasten und potenziellen Zündquellen wird beibehalten.

Es existieren Regelungen zur Minimierung von temporären Brandlasten und potenziellen Zündquellen, wie insbesondere:

- Arbeitsplätze müssen sauber gehalten werden. Nach Arbeitsende sind alle Materialien zu entfernen.
- Brennbare Abfälle werden in geeigneten nicht brennbaren geschlossenen Behältnissen gesammelt, welche regelmäßig geleert werden.
- Arbeiten mit potenziellen Zündquellen, wie z. B. Schweißarbeiten, erfordern eine Heiarbeitserlaubnis in der die erforderlichen brandschutztechnischen Maßnahmen festgelegt werden.
- Heißarbeiten sind soweit möglich zu vermeiden. Sollten Heißarbeiten nicht vermeidbar sein, werden Vorkehrungen getroffen wie z. B.
  - vorlaufende Entfernung von Brandlasten,
  - Auslegung von Brandmatten,
  - Bereitstellung von Feuerlöschern und
  - Bereitstellung von Brandwachen.

Die Einhaltung der Regelungen wird unter anderem sichergestellt durch

- Schulungen des Personals,
- Kontrolle vor Ort sowohl durch Programme wie „Manager in the field“ als auch durch Arbeitssicherheitsfachkrfte und
- regelmäßige Brandschutzbetriebsbegehungen.

In Bezug auf den betrieblichen Brandschutz bleiben die wesentlichen Maßnahmen zur Brandverhütung, z. B. Umgang mit brennbaren Materialien, bei Heißarbeiten so lange erhalten, bis nennenswerte Brandlasten in der Anlage oder auch in einzelnen Gebäudebereichen nicht mehr vorhanden sind.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Die Brandschutzordnung regelt auch die vorgeschriebene Brandschutzunterweisung als Bestandteil der erstmaligen Pflichtveranstaltung zur Strahlenschutz- und Sicherheitsunterweisung durch die Abteilung Strahlenschutz und zum Brandschutz durch den Brandschutzbeauftragten. Eine arbeitsplatzbezogene Sicherheits- und Brandschutzunterweisung erfolgt durch den unmittelbaren Vorgesetzten. Eine Auffrischung gibt es im Rahmen der jährlichen Pflichtveranstaltung zur Strahlenschutz- und Sicherheitsunterweisung durch den Strahlenschutzbeauftragten und regelmäßige Brandschutzunterweisungen durch den Brandschutzbeauftragten. Diese Belehrungen werden durch Unterschrift dokumentiert und die Unterweisungsnachweise aufbewahrt. Teil dieser Unterweisungen ist die Aufklärung über den Umgang mit potenziellen Zündquellen, brennbaren Stoffen und die Vermeidung nicht notwendiger Brandlasten. Die Maßnahmen zum vorbeugenden Brandschutz werden durch den Brandschutzbeauftragten des Forschungsreaktors Mainz durch regelmäßige Kontrollgänge überwacht.

Zusätzlich bekommen die Mitarbeiter die Möglichkeit, in unregelmäßigen Abständen an einer Schulung der Feuerwehr Mainz teilzunehmen, in der sie lernen können, wie man fachgemäß einen Brand mit Hilfe eines Handfeuerlöschers bekämpfen kann.

### FRM II

Bereits bei der Erstellung des Auslegungskonzepts sind permanente Brandlasten soweit möglich minimiert worden. Es sind grundsätzlich nichtbrennbare Baustoffe verwendet worden. Unvermeidbare brennbare Baustoffe sind grundsätzlich schwerentflammbar. Es existieren unvermeidbare brennbare Werkstoffe, die jedoch vernachlässigbare Brandlasten darstellen, z. B. Flanschdichtungen, Kennzeichnungsschilder, Anstriche an anlagentechnischen Komponenten.

Änderungen am Auslegungszustand werden im Rahmen von Änderungsverfahren bewertet.

In Kernkraftwerken existieren Regelungen zur Minimierung von temporären Brandlasten und potenziellen Zündquellen, wie insbesondere:

- Arbeitsplätze müssen sauber gehalten werden. Nach Arbeitsende sind alle Materialien zu entfernen.
- Brennbare Abfälle werden in geeigneten nicht brennbaren geschlossenen Behältnissen gesammelt, welche regelmäßig geleert werden.
- Arbeiten mit potenziellen Zündquellen, wie z. B. Schweißarbeiten, erfordern eine Heiarbeitslaubnis in der die erforderlichen brandschutztechnischen Maßnahmen festgelegt werden.
- Heißarbeiten sind soweit möglich zu vermeiden. Sollten Heißarbeiten nicht vermeidbar sein, werden Vorkehrungen getroffen, wie z. B.
  - vorlaufende Entfernung von Brandlasten,
  - Auslegung von Brandmatten,
  - Bereitstellung von Feuerlöschern und
  - Bereitstellung von Brandwachen.

Die Einhaltung der Regelungen wird unter anderem sichergestellt durch

- Schulungen des Personals,
- Sicherheitsbeauftragte/Brandschutzbeauftragte,
- Betriebsbegehung des Sachverständigen nach § 20 AtG zum Thema Brandschutz und
- regelmäßige Brandschutzbegehungen.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Bei der BFL wird auf eine Minimierung der Brandlasten geachtet. Nicht (mehr) benötigtes brennbares Material wird aus den Gebäuden bzw. Bereichen entfernt.

Lagerbehälter, Transportpaletten und weiteres, für die Handhabung benötigtes Material werden aus nichtbrennbaren Werkstoffen, vorzugsweise Metall, gefertigt.

Die betrieblich zulässigen Brandlasten sind in der Brandschutzordnung tabellarisch dargestellt. Die Einhaltung der maximalen zusätzlichen Brandlastmengen in den Gebäuden werden vom Brandschutzbeauftragten regelmäßig kontrolliert, dokumentiert und mit den Angaben in der Brandschutzordnung verglichen. Werden die zulässigen Brandlasten überschritten, trifft der Brandschutzbeauftragte Maßnahmen, um das Brandinventar auf das zulässige Maß zu verringern. Die Brandlasten werden auch im Rahmen regelmäßiger brandschutztechnischer Anlagenbegehungen mit der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde sowie den für den Brandschutz zuständigen Behörden überprüft.

Erforderliche Heißenarbeiten mit offenen Flammen oder potenziellen Zündquellen, z. B. Schweißen, Schneiden, Trennen, Löten, dürfen auf dem gesamten Werksgelände nur nach Freigabe der Abteilung Anlagen- und Betriebssicherheit erfolgen. Arbeiten an elektrischen Einrichtungen dürfen nur durch Elektrofachkräfte nach Freigabe oder durch die beauftragten Elektrofachkräfte externer Firmen durchgeführt werden.

### UAG

In der Auslegungsphase des Brandschutzkonzepts der UAG wurden die Brandlasten so weit wie möglich minimiert. Die Brandlastaufnahme dient zur Risikoabschätzung der brandschutztechnischen Situation in den einzelnen Brandabschnitten und/oder brandschutztechnisch abgetrennten Bereichen innerhalb der Brandabschnitte. Bei Änderungen in den Gebäuden oder bei wiederkehrenden Überprüfungen wird die Brandlastaufnahme angepasst.

Die Auflistung der Brandlasten und die Beurteilung nach der Industriebaurichtlinie erfolgt insbesondere für die Bereiche, für die eine Risikoabschätzung darüber erforderlich ist, ob eine Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umwelt im Brandfall bewertet werden muss.

Im Betriebshandbuch existieren Regelungen zur Minimierung der temporären Brandlasten und potenziellen Zündquellen. Dazu zählen:

- ein Rauchverbot in den Produktionsgebäuden,
- Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz,
- das Vorhandensein brennbarer Stoffe nur in den kleinsten notwendigen Mengen, die den Tagesbedarf nicht überschreiten,
- die Aufbewahrung brennbarer Stoffe nur in schwer entflammaren, dicht verschließbaren Behältern, die den zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen standhalten,
- die unverzügliche, gefahrlose Beseitigung brennbarer Stoffe nach Gebrauch,
- regelmäßige Schulung des Personals hinsichtlich der Brandschutzmaßnahmen,
- regelmäßige Brandschutzbegehungen.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Grundsätzlich sollen vorbeugende Brandschutzmaßnahmen eine Brandentstehung weitestgehend vermeiden sowie eine Brandausbreitung verhindern. Zum vorbeugenden Brandschutz gehört die



Minimierung von Brandlasten. Es wurden grundsätzlich nichtbrennbare Baustoffe eingesetzt. Wenn diese Baustoffe nicht zur Verfügung standen, wurden schwerentflammbare Baustoffe und in Ausnahmefällen normal entflammbare Baustoffe eingesetzt. Leicht entflammbare Baustoffe wurden nicht verwendet.

In der weiteren Ausprägung unterteilen sich die vorbeugenden Brandschutzmaßnahmen in drei wesentliche Schwerpunkte. Dies sind der bauliche, der anlagentechnische und der betriebliche Brandschutz.

#### Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle am Zwischenlager Nord

Aus betrieblichen Gründen, insbesondere aufgrund der Konditionierung am Standort, sind hier neben den Zwischenlager-typischen zusätzlich folgende wesentliche Brandlasten vorhanden:

- brennbarer Rohabfall in verschlossenen 20'-Containern,
- Schmieröl für Maschinen, Krananlagen etc.,
- Hydrauliköl für die FAKIR-Pressen und Schrottschere,
- Hydrauliköl für die Aufzugsanlage,
- Kabelisolierungen,
- technische Gase.

Als potenzielle Zündquellen kommen in Betracht:

- mechanisch erzeugte Funken,
- Kurzschluss, Funkenbildung an elektrischen Anlagen und Leitungen,
- Überhitzung von Antrieben, Elektromotoren etc.,
- offene Flammen.

Im Hinblick auf radioaktive Stoffe erfolgt in den Hallenbereichen die Lagerung von brennbaren sonstigen radioaktiven Stoffen in der Form, dass sie in Anwendung der DIN 18230 nicht als Brandlast zu bilanzieren sind, da die Behälter auch im Brandfall dicht bleiben und ein Brand die Stoffe somit nicht erreicht. Im betrieblichen Regelwerk ist festgelegt, dass in der unmittelbaren Nähe des Lagerinventars brennbare sonstige radioaktive Stoffe nur in dafür geeigneten Behältern gelagert werden dürfen.

Für alle Instandhaltungs-, Änderungs-, Konditionierungsmaßnahmen erfolgt eine Gefährdungsbeurteilung und Ableitung von administrativen/technischen Maßnahmen zum präventiven/reaktiven Brandschutz im Rahmen der Arbeitsfreigabe. Die Arbeitsfreigabe beinhaltet

- die Ableitung von Brandschutzmaßnahmen bei der Arbeitsplatzeinrichtung (Arbeitsschutzmanagementhandbuch) sowie
- die Ableitung von Brandschutzmaßnahmen vor der Aufnahme von Arbeiten (Instandhaltungsordnung).

Zur Vermeidung von Zündquellen werden alle elektrischen Geräte regelmäßig geprüft. Die Prüfung wird dokumentiert. Der Umgang mit offenen brennbaren radioaktiven Stoffen erfolgt ausschließlich im Caisson 2/2a. Die Lagerung der brennbaren radioaktiven Stoffe erfolgt in Containern und die

Masse ist administrativ auf die entsprechend des Brandlastenverzeichnisses bilanzierte Brandlast begrenzt.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK einschließlich der VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Zur Gewährleistung von Ordnung und Sauberkeit an den Arbeitsplätzen der WAK und VEK sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Betriebseinrichtungen und Arbeitsplätze sind möglichst übersichtlich anzuordnen.
- Leergut und freigewordenes Verpackungsmaterial sind nach Arbeitsende zu entfernen und feuer gesichert aufzubewahren.
- Anfallende feuergefährliche Abfälle sind in nichtbrennbaren, dichtschießenden Abfallbehältern zu sammeln.

Darüber hinaus ist es untersagt, Verpackungsmaterial in Kontrollbereiche einzubringen. Dies sollte, sofern möglich, vorher entfernt und entsprechend entsorgt werden. Dies findet sich in der Brandschutzordnung der WAK wieder und ist Teil der jährlichen Unterweisungen des Personals zum Brandschutz.

Weiterhin regelt die Instandhaltungsordnung des Betriebshandbuchs, dass sonstiges, in der Anlage tätiges Personal höhere Kenntnisstufen vorweisen muss (z. B. Arbeitsverantwortliche im Sinne des bei der WAK umgesetzten Arbeitserlaubnisverfahrens). Auf diese Weise werden das erforderliche Verhalten der für Arbeiten im Kontrollbereich verantwortlichen Personen und die getroffenen Maßnahmen zur Brandverhütung bzw. Minimierung von Brandlasten im Arbeitsbereich zusätzlich sichergestellt.

## **3.2 Aktiver Brandschutz**

### **3.2.1 Brandmelde- und Alarmierungseinrichtungen**

#### **3.2.1.1 Auslegungsansatz**

##### **Kernkraftwerke**

Gemäß KTA 2101 /KTA 15/, /KTA 15b/ ist eine Brandmeldeanlage zur frühzeitigen Branderkennung und -meldung mit automatischen Brandmeldern und/oder Handfeuermeldern vorhanden. Umfang und Anordnung von Brandmeldern sind von folgenden Gesichtspunkten abhängig:

- Brandbelastung,
- Anordnung der brennbaren Stoffe in den Räumen,

- Brandverhalten (Flammenausbreitung, Rauchentwicklung) des Brandgutes,
- Raumgeometrie und Ventilationsverhältnisse,
- sicherheitstechnische Bedeutung der zu überwachenden Systeme oder Komponenten,
- Personenschutz (Sicherstellung der Rettung) und
- Auslösekriterien für Brandschutzeinrichtungen.

Automatische Brandmelder sind insbesondere in jeweils folgenden Bereichen oder in Bereichen mit folgenden Einrichtungen angeordnet:

- Schaltanlagen, Umrichter,
- Schränke für leittechnische Einrichtungen,
- fernmeldetechnische Zentralen,
- Prozessrechner,
- in baulichen Anlagen aufgestellte Transformatoren,
- ortsfeste Batterieanlagen,
- Dieselaggregate einschließlich Kraftstoffbevorratung,
- Kabelmassierungen (insbesondere Kabelkeller, Kabelkanäle, Kabelschächte, Kabelböden, Kabelgeschosse).
- nicht ständig besetzte Leitstände (hierzu gehört auch der Bereich hinter den Wartentafeln, ferner die örtlichen Leitstände, Notsteuerstelle und Wartennebenräume),
- Lager für unbestrahlte Brennelemente,
- Bereich zur Lagerung und Handhabung von brennbaren aktiven Abfällen in dem Abfall-Lager,
- sonstige Lagerbereiche brennbarer Stoffe, z. B. Öllager,
- Dekontaminationsraum,
- heiße Werkstatt,
- ölgeschmierte Komponenten mit Ölfüllung oder Ölversorgung, z. B. am Turbosatz (bei SWR), an Hauptkühlmittelpumpen, an Speisewasserpumpen, an Hauptkondensatpumpen, an Sicherheitseinspeisepumpen, an HD-Förderpumpen,
- Lüftungszentralen, einschließlich gegebenenfalls Filterkammern und Luftkanäle von Umluftanlagen,
- sonstige wichtige und feuergefährdete, während des Betriebes nicht begehbare Räume.

Die Brandmeldeanlage stellt die frühzeitige Lokalisierung eines Brandes mit Anzeige an den Brandmeldezentralen sicher. Die erforderlichen Anzeige- und Bedienungseinrichtungen sind an einer ständig besetzten Stelle, wie z. B. der Warte, angeordnet.

Für Brandmeldeanlagen in baulichen Anlagen, die auch Anlagenteile der Notstandseinrichtungen enthalten, sind zusätzlich eine optische und akustische Sammelmeldung für Brand und Störung der Brandmeldeanlage in der Notsteuerstelle angeordnet.

Einrichtungen zur Alarmierung bei einem Brand werden automatisiert oder manuell ausgelöst. Bei manueller Auslösung ist eine Auslösestelle an der ständig besetzten Stelle, wie z. B. der Warte, angeordnet.

Brandmeldeanlagen sowie automatische Brandmeldeeinrichtungen sind zu Beginn des Rückbaus vorhanden und bleiben zunächst bestehen. Ein sukzessiver Entfall muss die individuellen Randbedingungen berücksichtigen.

Zunächst ist festzustellen, dass sich im Rahmen der Verringerung von Brandlasten Branddetektion und Brandmeldung im Rückbau von automatisierten Systemen hin zu humaner Detektion und Meldung verschieben. Die Erfüllung konventioneller baurechtlicher Anforderungen wird dabei weiterhin sichergestellt.

Brandmeldeeinrichtungen bleiben jedoch z. T. auch im Rückbau erforderlich, insbesondere als Kompensationsmaßnahme in Raumbereichen mit langen Fluchtwegen. Die Brandmeldeanlage kann den Brand frühzeitig erkennen und somit die Entfluchtung der betroffenen Raumbereiche beschleunigen.

Von den in der o. g. Liste genannten Raumbereichen, die mit automatisch auslösenden Brandmeldern zu versehen sind, sind viele mit lokal erhöhter Brandlast (Kabelschächte, Kabelmassierungen, ölversorgte Aggregate) oder lokal erhöhter Zündwahrscheinlichkeit (Umrichter, Kabelmassierungen) assoziiert. Nach Entfernung der lokal erhöhten Brandlast (Entleerung von Schmierölsystemen) oder Beseitigung der lokal erhöhten Zündwahrscheinlichkeit (z. B. Freischalten von Leistungskabeln) entfällt die gemäß KTA 2101 /KTA 15/, /KTA 15b/ notwendige automatisierte Meldung. Die Erfüllung konventioneller baurechtlicher Anforderungen ist dabei weiterhin sicherzustellen.

### **Forschungsreaktoren**

Zur Auslegung der Brandmeldeeinrichtungen wird bei beiden Forschungsreaktoren die KTA 2101.1 /KTA 15/ im Rahmen des „abgestuften Ansatzes“ sinngemäß angewandt. Weiterhin gelten die anerkannten Regeln der Technik wie z. B. DIN-Normen, VDE- und VdS-Richtlinien.

#### FR MZ

Der Forschungsreaktor der Universität Mainz verfügt über eine Brandmeldeanlage mit automatischer Meldung an die Berufsfeuerwehr der Stadt Mainz sowie an zwei Linien der ständigen Rufbereitschaft des FR MZ. Zusätzlich erfolgt ein akustischer Alarm im Reaktorgebäude und in allen zugehörigen Gebäudeteilen. Die Brandmeldung wird außerdem an die Hauptpforte der Universität Mainz weitergeleitet. Im Windfang/Eingangsbereich des Altbaus befindet sich das Feuerwehrinformationszentrum mit der Brandmeldezentrale. Es beinhaltet das Feuerwehrbedienfeld, das Feuerwehranzeigetableau und die Feuerwehrlaufkarten.

#### FRM II

Die Räume am FRM II sind flächendeckend mit geeigneten Brandmeldern ausgestattet, die direkt bei der Werkfeuerwehr und in der Schaltwarte Alarm auslösen. Beide Orte sind 24/7 besetzt. Die Brandmeldeanlage ist notstromgesichert. Die Brandmeldezentrale befindet sich in einem ebenfalls durch Brandmelder überwachten Raum. Störungen an der Brandmeldeanlage werden automatisch gemeldet, zur Beseitigung steht ein Störungsdienst zur Verfügung.

Eine manuelle Alarmierung ist über eine einheitliche Nummer über alle Telefonapparate oder Mobiltelefone jederzeit möglich. Zusätzlich stehen Druckknopf-Feuermelder zur Verfügung

Falls erforderlich werden Brandwachen gestellt und/oder Rundgänge eingerichtet. Störungen an der Löschwasserversorgung und sonstigen Einrichtungen zur Brandüberwachung und -bekämpfung werden gemäß Betriebshandbuch und in Absprache mit der Feuerwehr behandelt.

Die Werkfeuerwehr ist spätestens innerhalb von 8 min am Einsatzort. Falls es die Einsatzsituation erfordert, können weitere Feuerwehren nachalarmiert werden.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Das Brandmelde- und Warnsystem der BFL umfasst die technischen Einrichtungen zur flächendeckenden Erkennung und Meldung von Entstehungsbränden mit automatischen und für den Bereich geeigneten Meldern innerhalb der Gebäude der BFL und besteht aus mehreren Brandmeldeanlagen, wobei die Brandmeldeanlagen der nuklear genutzten Gebäude redundant ausgeführt sind, so dass auch bei Ausfall einer der beiden voneinander unabhängigen Brandmeldeanlagen eine zuverlässige und schnelle Erkennung und -meldung von Entstehungsbränden weiterhin gewährleistet ist. In Fluren, Treppenträumen und den Flucht- und Rettungswegen sind Handfeuermelder installiert.

Die Brandmeldeanlage der BFL entspricht den Anforderungen des konventionellen Regelwerks und besteht technisch gesehen auf Grund der teilweise redundanten Auslegung und der weiteren Gebäudestruktur aus vier einzelnen Brandmeldeanlagen. Die Anforderungen einer flächendeckenden automatischen Brandmelde- und Alarmierungsanlage (Kategorie 1 – „Vollschutz“) nach DIN 14675 werden durch die Brandmeldeanlagen erfüllt.

Eine Alarmierung der externen Feuerwehr erfolgt automatisch nach einer Verzögerungszeit von 180 Sekunden, sofern die Branderkundung durch die Betriebsfeuerwehr keinen Fehlalarm oder einen selbst beherrschbaren Entstehungsbrand ergeben hat.

Durch die Brandmeldeanlagen erfolgen im Alarmfall automatische Schalthandlungen (Brandfallmatrix), wie z. B. das Schließen von Brandschutzklappen oder die Teilabschaltung der Lüftungsanlage, um die Einhaltung der Schutzziele im Brandfall zu gewährleisten.

#### UAG

Die Brandmeldeanlage der UAG ist nach den Anforderungen des konventionellen Regelwerks ausgelegt. Die Anforderungen einer flächendeckenden automatischen Brandmelde- und Alarmierungsanlage (Kategorie 1 – „Vollschutz“) nach DIN 14675 werden durch die Brandmeldeanlage erfüllt.

Eine Alarmierung der Werkfeuerwehr erfolgt manuell durch das Schichtpersonal auf der Zentralen Warte nach Eingang und Bewertung der Meldung der Brandmeldeanlage.

Zur Eindämmung von Bränden und Verhinderung von Rauchverschleppungen werden über die Brandmeldeanlage automatische Brandfallsteuerungen, wie z. B. das Schließen von Brandschutzklappen oder Brandschutz Türen oder die Abschaltung von Lüftungsanlagen, aktiviert.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

### Zwischenlagerung am Standort Biblis

Zu den Maßnahmen des anlagentechnischen Brandschutzes gehören Einrichtungen zur Branderkennung, Brandmeldung und Alarmierung, Einrichtungen zur Brandbekämpfung sowie Lüftungstechnische Anlagen und Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung.

Bei anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen sowie der Art ihrer Auslösung oder Ansteuerung ist die Rückwirkungsfreiheit auf die erforderlichen Sicherheitsfunktionen auch unter Berücksichtigung möglicher Ereigniskombinationen sichergestellt. Sofern zur Sicherstellung der im Brandfall erforderlichen Funktionsfähigkeit von Einrichtungen des Sicherheitssystems oder Notstandseinrichtungen Maßnahmen der Brandbekämpfung notwendig sind, ist die Funktionsfähigkeit der hierfür erforderlichen Maßnahmen des anlagentechnischen Brandschutzes nachgewiesen. Im Brennelemente-Zwischenlager liegt der Fokus der anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen auf Lüftungsanlagen, Gasflaschenlager sowie Brandfrüherkennungs- und meldeanlagen.

Für die Branderkennung wird eine Brandmeldeanlage eingesetzt. Sie verfügt über eine systemeigene unterbrechungsfreie Stromversorgung mit einer Überbrückungszeit von 30 h. In den Technikräumen sowie im Diesel- und Tankraum erfolgt eine flächendeckende Überwachung mittels automatischer Brandmelder. Zusätzlich sind an zentralen Stellen Druckknopfmelder installiert.

Das Feuermelde- und Warnsystem der Brennelemente- und Abfall-Zwischenlager umfasst die technischen Einrichtungen zur flächendeckenden Detektierung von Entstehungsbränden mit automatischen und für den Bereich geeigneten Meldern innerhalb der Gebäude und besteht aus mehreren Brandmeldeanlagen. In Fluren, Treppenräumen und den Flucht- und Rettungswegen sind Handfeuermelder installiert.

Die Signalisierung von Bränden erfolgt auf dem zentralen Bedienfeld der Brandmeldeanlagen an einer ständig besetzten Stelle in der Sicherheitszentrale.

Durch Mitarbeiter des Objektsicherungsdienstes erfolgt im Brandfall, entsprechend den Vorgaben der Alarmordnung, die Bestandteil des Betriebshandbuchs ist, die Alarmierung des Personals mittels eines akustischen Alarmsignals.

### Zwischenlagerung am Zwischenlager Nord

Als Gefahrenmeldeanlage wird im Sinne des Brandschutzes die Brandmeldeanlage nach DIN 14675-1, -2 mit den angeschlossenen Detektionselementen, den Brandmeldezentralen bzw. unterzentralen, den Steuerungseinrichtungen sowie den Alarmierungseinrichtungen verstanden. Die Meldung der Brandalarms erfolgt an eine ständig besetzte Stelle. Nach dem Eingang der Meldung wird gemäß der Alarmordnung und der Meldeordnung weiterverfahren. Bei einer Gefährdung werden alle Personen in dem Gebäude gewarnt und die Werkfeuerwehr alarmiert.

Mit der Branderkennung wird eine frühzeitige Lokalisierung eines Brandherdes erreicht, so dass z. B. durch gezielten Löschmitteleinsatz eine Ausbreitung des Brandes vermieden wird. Mit Ausnahme der Hallen, der Wasch- und Vorräume und der Toiletten wird für alle Anlagenräume eine

flächendeckende Überwachung realisiert. Zusätzlich werden an zentralen Punkten nichtautomatische Melder (Druckknopfmelder) installiert.

Bei der Planung der Brandmeldeanlage sind im Hinblick auf die Branderkennung folgende Grundsätze verwirklicht:

- Es wurden automatische Brandmelder zur Früherkennung von Bränden in allen Räumen mit erhöhter Brandbelastung installiert.
- Die Alarmauswertung erfolgt in 2-Melder- oder 2-Gruppenabhängigkeit und führt unmittelbar zur Alarmierung der Werkfeuerwehr.

Das Ansprechen der Melder löst für den überwachten Bereich Alarm aus, so dass der betroffene Bereich sofort lokalisiert werden kann und eine Brandbekämpfung des gemeldeten Entstehungsbrandes gezielt beginnen kann. Art und Anordnung der Melder sind unter Berücksichtigung der zu überwachenden Brandlasten, der räumlichen Gegebenheiten und der Umgebungseinflüsse geplant. Die automatischen und nichtautomatischen Brandmelder sind in den Brandschutzplänen eingetragen.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Zur Früherkennung von Bränden sind alle Gebäudebereiche der WAK und VEK durch eine flächendeckende automatische Brandmeldeanlage überwacht. Es werden automatische Melder (mit optischen Rauchmeldern, Wärmemeldern) und Handfeuermelder (Druckknopfmelder) eingesetzt. Die Brandmelder eines Brandabschnittes sind mindestens zu einer Melderguppe zusammengefasst. Die Handfeuermelder sind an zentralen Stellen (wie Ausgängen, Zugängen, Treppenträumen, Fluren) im Verlauf der Flucht- und Rettungswege installiert.

Alle Brandmeldungen von automatischen Meldern und Handmeldern werden in der Brandmeldezentrale der WAK-Sicherungszentrale angezeigt und vom Objektsicherungsdienst bearbeitet. Jede in der Brandmeldezentrale auflaufende Brandmeldung wird automatisch als Sammelmeldung zur Alarmzentrale des KIT CN weitergeleitet. Die mit automatischen Meldern und Handmeldern versehenen Gebäude und Räume sind aus den Brandschutzplänen ersichtlich.

Im Alarmfall greift die Alarmordnung des Betriebshandbuchs. Dort sind alle einzuleitenden Maßnahmen und Verantwortlichkeiten geregelt.

### **3.2.1.2 Art, wesentliche Merkmale und Erwartungen an die Ausführung**

#### **Kernkraftwerke**

Alle Kernkraftwerke haben Brandmelde- und Alarmierungseinrichtungen, welche die einschlägigen konventionellen Normen erfüllen. Das ordnungsgemäße Zusammenwirken aller Bauteile ist durch Systemanerkennungen nachgewiesen.

Die Brandmeldezentralen sind gegen Einwirkungen von außen, insbesondere Erdbebeneinwirkungen nach KTA 2101 /KTA 15/, /KTA 15b/ ausgelegt. Für Anlagen im Rückbau ohne Brennelemente, welche damit ein deutlich reduziertes radiologisches Gefährdungspotenzial haben, kann nach Prüfung des Einzelfalls auf eine erdbebensichere Ausführung verzichtet werden.

Die Brandmelder sind in Meldergruppen zusammengefasst. Jede Redundanz ist mit mindestens einer eigenen Meldergruppe ausgestattet. Der redundanzübergreifende Ausfall der Meldergruppen wird durch entsprechende Anordnung und Ausführung der Übertragungswege verhindert.

Die Melder einer Gruppe sind nur innerhalb oder nur außerhalb von ständigen Sperrbereichen gemäß Strahlenschutzverordnung angeordnet. Es sind Vorkehrungen getroffen, die sicherstellen, dass die Brandmeldung aus Bereichen, die während bestimmter Betriebszustände unzugänglich sind, bis zur nächsten Zugänglichkeit nicht durch betriebliche Einwirkungen (wie z. B. Strahlung) unwirksam wird. Dies wird z. B. durch Abschirmung von Meldern, Verwendung von Ansaugrauchmeldern oder mehrfach vorhandenen Meldergruppen gewährleistet.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Die Brandmeldeanlage verfügt derzeit über 300 Brandmeldeeinrichtungen in insgesamt 112 Meldelinien, wobei maximal 10 Melder auf einer Meldelinie verschaltet sind. Im Einzelnen gibt es 29 Druckknopfmelder für die Alarmauslösung durch das Personal. Im Reaktorgebäude, dem Reaktorhallenanbau und dem angrenzenden Institutsgebäude sind 264 optische Rauchmelder installiert. Ein spezieller Flammenmelder befindet sich im Container des Notstromdiesels und dient der Erkennung eines offenen Feuers am Notstromaggregat. Aufgrund der hohen Luftwechselrate bei in Betrieb befindlichem Dieselmotor mit der Folge einer aktiven Entrauchung könnte bei Verwendung eines gewöhnlichen optischen Rauchmelders ein Feuer längere Zeit unerkannt bleiben. Darüber hinaus gibt es sechs Probekammermelder im Abluftstrang der Reaktorhalle zur Erkennung einer Rauchgasbeimischung in der Abluft.

139 Sirenen sorgen für eine akustische Warnung des Reaktorpersonals und der Mitarbeiter des angrenzenden Altbaus.

Alle Einrichtungen werden gemäß Prüfhandbuch wiederkehrend geprüft (siehe Ausführungen in Abschnitt 2.1.5).

### FRM II

Die Regeln der Technik werden bei der Auslegung eingehalten. Die anforderungsgerechte Ausführung wird vom Sachverständigen bestätigt, der anforderungsgemäße Zustand wiederkehrend gemäß Prüfhandbuch und in Betriebsbegehungen sowie der Feuerbeschau der Stadt Garching geprüft. Dabei ist es bisher nie zu sicherheitstechnisch bedeutsamen Abweichungen gekommen. Die Anlage wird unter Anwendung des Änderungsverfahrens gemäß Betriebshandbuch auf dem Stand der Technik gehalten und sich wandelnden Anforderungen angepasst. Insgesamt gibt es am FRM II ca. 300 Brandschutzklappen in Lüftungssystemen sowie ca. 1000 Brandschotts und ca. 100 Brandschutztüren.



Die externe Alarmierung erfolgt in der Regel durch die automatische Brandmeldeanlage. Das Auslösen von Feueralarm auf dem Gelände erfolgt bereichsweise und manuell durch das verantwortliche Schichtpersonal aufgrund von automatischen Informationen der Brandmeldeanlage oder auf Aufforderung des Einsatzleiters. Die Alarmierung des Eigenpersonals erfolgt über Telefon oder Personensuchanlage.

Die Brandmeldeanlage ist notstromgesichert. Benachbarte Bereiche sind im erforderlichen Umfang brandschutztechnisch getrennt. Ein Ausfall der Brandmeldeanlage ist selbstmeldend.

Gebäudefunk steht flächendeckend zur Verfügung.

Spezielle Maßnahmen beim Auslösen bestimmter Brandmelder sind festgelegt und sind u. a. über Laufkarten dem Schichtpersonal zugänglich.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### **BFL**

Die Signalisierung von Bränden erfolgt auf dem zentralen Bedienfeld der Brandmeldeanlagen an einer ständig besetzten Stelle in der Sicherheitszentrale. Die ständig anwesende Betriebsfeuerwehr wird zeitgleich mittels Melder alarmiert und durch Anzeige auf Feuerwehr-Anzeigetableaus über den Auslöseort informiert.

Durch Mitarbeiter des Objektsicherungsdienstes erfolgt im Brandfall, entsprechend den Vorgaben der Alarmordnung, die Bestandteil des Betriebshandbuchs ist, die Alarmierung des Personals mittels eines akustischen Alarmsignals, das von den ebenfalls redundant ausgeführten elektrischen Lautsprecheranlagen übertragen wird.

Durch den in Abschnitt 3.2.1.1 dargelegten, in der BFL umgesetzten Auslegungsansatz wird von einer zuverlässigen und frühzeitigen Erkennung von Entstehungsbränden und Einleitung entsprechender Gegenmaßnahmen ausgegangen.

Die Brandmeldeanlagen der nuklearen und nichtnuklearen Gebäude können zentral über eine Gefahrenmeldeanlage bedient und ausgelesen werden. Bei Ausfall der Gefahrenmeldeanlage kann die Bedienung und Alarmierung über die Rückfallebene erfolgen.

#### **UAG**

Durch den in Abschnitt 3.2.1.1 dargelegten, umgesetzten Auslegungsansatz wird in der UAG von einer zuverlässigen und frühzeitigen Erkennung von Entstehungsbränden und Einleitung entsprechender Gegenmaßnahmen ausgegangen.

Alle Gebäude der UAG werden zur frühzeitigen Erkennung von Bränden mit einer automatischen Brandmeldeanlage überwacht. Die Brandmeldeanlage besteht aus insgesamt neun vernetzten Brandmeldezentralen und einem übergeordneten Gefahren-Management-System. Die Zentralen sind in einem eigenständigen Cluster-Netzwerk, dank ringförmiger Verdrahtung redundant verbunden. Durch Nutzung einer Glasfaserverdrahtung ergibt sich eine erhöhte Sicherheit gegen elektromagnetische Störungen der Brandmeldezentralen. Die Prozessoreinheit (CPU) in den einzelnen Brandmeldezentralen sind ebenfalls redundant aufgebaut, sodass bei Ausfall einer Prozessoreinheit ein automatisches Umschalten auf die Standby-Baugruppe erfolgt.

Zur Branderkennung werden für die einzelnen Räume und Doppelböden automatische Melder eingesetzt. In den Treppenträumen und in Flucht- und Rettungswegen sind Handfeuermelder installiert. Die Anordnung der Melder und unterschiedliche Detektionsverfahren sind entsprechend ihrem Überwachungsbereich gewählt, sodass ein Brand in der Entstehungsphase zuverlässig erkannt werden kann.

Die Brandmeldezentrale ist in der ständig besetzten „Zentralen Warte“ angeordnet. Bei einer Auslösung der Brandmeldeanlage läuft ein Sammelalarm im Wachgebäude auf. Das Personal des Objektsicherungsdienstes sichert die Zugangs- bzw. Zufahrtsmöglichkeit der öffentlichen Feuerwehr auf das Werkgelände.

Die Alarmierung der betroffenen Bereiche sowie die Alarmierung der Werkfeuerwehr erfolgt manuell über die Alarm- und Rufanlage durch das Personal der Zentralen Warte.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

#### Zwischenlagerung am Standort Biblis

Durch den in Abschnitt 3.2.1.1 dargelegten, im Zwischenlager umgesetzten Auslegungsansatz wird von einer zuverlässigen und frühzeitigen Erkennung von Entstehungsbränden und Einleitung entsprechender Gegenmaßnahmen ausgegangen.

Die Brandmeldeanlage für Brennelement- und Abfall-Zwischenlager sind so ausgeführt, dass Informationen über Meldungen und Störungen an die Brandmeldezentrale im Wachgebäude übermittelt werden. Von dieser werden die Sammelmeldungen an das Meldesystem übermittelt, welches sich in der Sicherungszentrale befindet. Die Sicherungszentrale alarmiert die zuständige Feuerwehr.

#### Zwischenlagerung am Zwischenlager Nord

Das Lagergebäude des ZLN verfügt über eine flächendeckende Brandmeldeanlage nach den Regeln der Technik. Durch die Brandmeldeanlage wird Feueralarm in den Brandmeldezentralen der Inneren Wache des ZLN und bei der Werkfeuerwehr auf dem Gelände des ehemaligen Kernkraftwerks Greifswald (KGR) (außerhalb des äußeren Sicherungsbereiches des ZLN) ausgelöst.

Alle automatische Brandmeldeeinrichtungen sind an die Brandmeldezentrale angeschlossen. Alle über die Meldergruppen eintreffenden Brandmeldungen werden optisch und akustisch angezeigt. Der akustische Alarm kann abgestellt werden, während der optische Alarm so lange ansteht, wie der Brandmelder anspricht. In jeder Meldergruppe können verschiedene Typen von automatischen Meldern verwendet werden. In Abhängigkeit von den jeweiligen Umgebungsbedingungen werden folgende Meldertypen (in der Regel in gemischter Belegung) ausgewählt: Optische Rauchmelder, Wärme-Differentialmelder, lineare Rauchmelder, Ionisationsrauchmelder sowie CO-Detektoren. Die Abluft der Hallen 1 - 7 wird mit CO-Detektoren auf Brandgase überwacht.

Die Stromversorgung der Brandmeldeanlage ist durch zwei voneinander unabhängige Stromquellen gewährleistet. Im Normalfall wird die Brandmeldeanlage vom elektrischen Netz versorgt. Bei Netzausfall wird die Brandmeldeanlage über das Ersatznetz gespeist. Ferner ist die Brandmeldeanlage mit einer internen Batterie ausgestattet, die bei ständiger Rufbereitschaft für eine Kapazität von mindestens 30 h ausgelegt ist.

Die nichtautomatischen Brandmelder sind zu eigenen Brandmeldergruppen zusammengefasst. Diese Druckknopf-Brandmelder sind gut sichtbar und frei zugänglich montiert. Die Meldelinie wird auf Drahtbruch und Kurzschluss nach dem Ruhestromprinzip überwacht. Nichtautomatische Brandmelder befinden sich zusätzlich zu automatischen Brandmeldern hauptsächlich in den Fluren und neben den Ausgängen. Durch das Betätigen eines Melders wird in der Brandmeldezentrale der Auslöseort optisch angezeigt und registriert. Gleichzeitig wird ein akustischer Feueralarm ausgelöst. Es werden nach festgelegten betrieblichen Anweisungen sofort die notwendigen Maßnahmen eingeleitet.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und die VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Die Brandmeldeanlage ist eine zentrale Einrichtung für das gesamte WAK-Gelände. Sie besteht aus dem Hauptkern (Brandmeldezentrale) und hieran redundant angeschlossenen, sogenannten Unterkernen (d. h. Brandmeldeunterzentralen).

Alle Informationen und Betriebszustände der Unterkerne werden über den Hauptkern signalisiert und am zentralen Bedienfeld in der Warte zur Bearbeitung angezeigt und am Protokolldrucker des Hauptkerns registriert.

Bedien- und Steuerungsinformationen werden vom Hauptkern an den jeweiligen Unterkern gesendet, so dass auch diese Information dort zur Verfügung steht. Jeder Unterkern bildet eine Brandmeldeunterzentrale und ist die kleinste Verarbeitungseinheit in der Brandmeldeanlagenstruktur der WAK. Bei einer gestörten Leitungsverbindung zwischen dem Hauptkern und einem Unterkern werden anstehende Alarm- und Störsignale über eine redundante Verbindung zum Hauptkern übertragen. Die Anlage hat eine gesicherte Verfügbarkeit. Selbst bei Ausfall einer kompletten Verarbeitungseinheit (Unterkern) führt eine Alarmmeldung dieses Unterkerns zur gesicherten Auslösung der Übertragungseinrichtung. Die gesamte Anlage wird über das Not-Netz versorgt und besitzt zur Überbrückung eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV-Anlage).

### **3.2.1.3 Alternative/Temporäre Vorkehrungen**

#### **Kernkraftwerke**

Im Einzelfall werden erforderliche Maßnahmen festgelegt. Ersatzmaßnahmen bei Wartungsarbeiten an der Brandmeldeanlage können z. B. die Bereitstellung einer Brandwache, eine erhöhte Rundgängerfrequenz oder die Vorbereitung aktiver Löschmaßnahmen sein.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Für die Brandmeldeanlage besteht ein Wartungsvertrag mit dem Hersteller, der bei Störungen eine Reaktionszeit von 4 Stunden sicherstellt. Falls erforderlich, werden Ersatzmaßnahmen (z. B. Bereitstellung einer Brandwache, regelmäßige Rundgänge, Erweiterung der Löschmittel vor Ort etc.) durchgeführt. Temporäre Brandmeldeeinrichtungen, wie z. B. mobile Brandmeldesysteme, sind am FR MZ bisher nicht zum Einsatz gekommen. Eine alternative Brandmeldung an die Berufsfeuerwehr Mainz kann jederzeit telefonisch über die Notrufnummer der Feuerwehr 0-112 (von einem Festnetztelefon auf dem Campus der Johannes Gutenberg-Universität Mainz) bzw. 112 (von einem Mobiltelefon) erfolgen. Nach dem Abschluss von Heißenarbeiten sind angemessene Brandwachen zu stellen, um dadurch verursachte Schwel- und Entstehungsbrände frühestmöglich erkennen zu können.

### FRM II

Bei Ausfall der Brandmeldeeinrichtungen werden (temporäre) Ersatzmaßnahmen angewandt. Dazu gehören vorsorgliche Bereitstellung weiterer Löschmittel, regelmäßige Anlagenbegehungen, ggf. Bereitstellung von Brandwachen und alternative Alarmierungsmethoden der Feuerwehr, z. B. über Telefon. Diese Maßnahmen werden gemäß Betriebshandbuch mit der Feuerwehr abgestimmt.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Alternative und temporäre Vorkehrungen hinsichtlich des aktiven Brandschutzes, z. B. für den Fall der eingeschränkten Verfügbarkeit von Brandmeldeeinrichtungen, sind im Betriebshandbuch der BFL geregelt.

Ist z. B. eine der redundant ausgeführten Brandmeldeanlagen ausgefallen, so ist u. a. täglich zu prüfen, dass keine Störungen vorliegen, die auf eine Beeinträchtigung der noch in Funktion befindlichen Brandmeldeanlage schließen lassen.

Erforderliche Arbeiten mit offenen Flammen oder potenziellen Zündquellen, z. B. Schweißen, Schneiden, Trennen, Löten dürfen generell auf dem gesamten Werksgelände nur nach Freigabe der Abt. Anlagen- und Betriebssicherheit erfolgen.

### UAG

Alternative und temporäre Vorkehrungen hinsichtlich des aktiven Brandschutzes sind bei der UAG in Betriebsanweisungen geregelt.

Bei einem Ausfall oder Teilausfall der Brandmeldeanlage sind in diesen Bereichen ggf. stattfindende Heißenarbeiten sofort einzustellen und regelmäßige Kontrollgänge durch das Schichtpersonal zu veranlassen. Im Rahmen von Schutzmaßnahmen bei Schweiß-, Brenn- und Schleifarbeiten (Heißenarbeiten mit Rauchentwicklung) sind in diesem Fall Abschaltungen von Brandmeldergruppen vorzunehmen und entsprechende Ersatzmaßnahmen zu schaffen. Dazu zählen u. a. Brandwachen, zusätzliche Feuerlöscher, das Entfernen oder Abdecken von Brandlasten aus dem Arbeitsbereich.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Alternative und temporäre Vorkehrungen hinsichtlich des aktiven Brandschutzes in den Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente und radioaktive Abfälle sind in Betriebsanweisungen geregelt.

Müssen aufgrund Änderungen und/oder Instandhaltungsarbeiten temporäre Maßnahmen festgelegt werden, werden diese im Rahmen des Änderungs- und Arbeitsfreigabeverfahrens festgehalten. Wird hierbei eine Heiarbeitserlaubnis ausgestellt, kann die automatische Branddetektion in einem begrenzten Arbeitsbereich deaktiviert werden. Maßnahmen in einem solchen Fall beinhalten z. B. das Stellen einer Brandwache, die Beräumung von Brandlasten aus dem Arbeitsbereich und das Stellen zusätzlicher Feuerlöscher sowie die Information an die Werkfeuerwehr.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Bei Heißarbeiten mit Rauchentwicklung sind in der WAK zusätzlich spezielle Arbeitserlaubnisse erforderlich. Die temporären Vorkehrungen für Baustellen, Rückbau, staubige Arbeiten usw. werden verbindlich mit dem Regelwerk der WAK vorgegeben.

In diesem Fall ist die Brandmeldeanlage im Raum zu deaktivieren und entsprechende Ersatzmaßnahmen zu schaffen. Dazu zählen u. a. Brandwachen, zusätzliche Feuerlöscher, Entfernen von Brandlasten aus dem Arbeitsbereich.

## **3.2.2 Brandbekämpfungseinrichtungen**

### **3.2.2.1 Auslegungsansatz**

#### **Kernkraftwerke**

Die Brandbekämpfung erfolgt durch ausgebildetes Personal mit geeigneten Brandbekampfungsmitteln. Zur Brandbekämpfung dienen

- trag- und fahrbare Feuerlöscher (mobile Löscheinrichtungen),
- überflurhydranten auf dem Anlagengelände sowie Wandhydranten in den Gebäuden,
- ortsfeste Löschanlagen.

Die Löschwasserversorgung erfolgt über ein unterirdisch verlegtes Ringleitungssystem. Dieses stellt auf dem Betriebsgelände sowie in den Gebäuden Löschwasser in ausreichender Menge und mit dem erforderlichen Druck ohne fremde Versorgung und Pumpenleistung zur Verfügung.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Zur Brandbekämpfung von Entstehungsbränden verfügt die Anlage über mobile Feuerlöscheinrichtungen (CO<sub>2</sub>- bzw. Pulver-Handfeuerlöscher und Löschdecken). Darüber hinaus ist für die Feuerwehr eine unerschöpfliche Löschwasserversorgung durch vier Überflurhydranten an den entlang der Gebäude verlaufenden Straßen mittels B-Schlauchverbindungen zur Brandbekämpfung gegeben. Die Wasserversorgung erfolgt hier über eine DN 100-Ringleitung des Trinkwassernetzes (vgl. Abbildung 2-1). Stationäre Löschanlagen sind am FR MZ nicht erforderlich. Das Gelände um das Reaktorgebäude verfügt über ausreichend Stellflächen und Zugangswege für Löschfahrzeuge gemäß Landesbauordnung Rheinland-Pfalz.

### FRM II

Die für die Auswahl, Auslegung und Anlagenbereiche mit Feuerlöschanlagen anzuwendenden Ansätze entsprechen den relevanten Anforderungen an den Brandschutz in Bezug auf sicherheitsrelevante SSC und potenzielle radioaktive Freisetzungen. Die Löschwasserversorgung ist dreifach redundant (Brauch-, Brunnen- und Trinkwasser) ausgeführt. Es besteht keine Anforderung für Funktionsfähigkeit der aktiven Komponenten nach Erdbeben. Die Forderung nach Standfestigkeit bzw. Funktionserhalt nach Erdbeben ist erfüllt. Aktive Komponenten (Pumpen) werden im Fall des Ausfalls nach Erdbeben durch mobile Einrichtungen der Feuerwehr ersetzt. Die aktiven Systeme sind zweimal 100 % ausgelegt. Der Ausfall einer Leitung wird durch das Konzept einer „Ringleitung“ mit geeigneten Absperrarmaturen kompensiert.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

Die Auslegung der oben genannten Brandbekämpfungseinrichtungen erfolgt bei der BFL und der UAG gemäß den einschlägigen nationalen und länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken, wie z. B. der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 2.2.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Die Auslegung der oben genannten Brandbekämpfungseinrichtungen erfolgt gemäß den einschlägigen nationalen und länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken. Für die Brandbekämpfung steht eine Feuerwehr aus haupt- und nebenberuflichen Einsatzkräften zur Verfügung, die entsprechend den Grundsätzen für Berufsfeuerwehren ausgebildet ist.

## **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

### WAK einschließlich VEK

In der WAK und VEK erfolgt die Auslegung der oben genannten Brandbekämpfungseinrichtungen gemäß den einschlägigen nationalen und länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken. Die Bekämpfung von Entstehungsbränden hat nach Meldung des Brandes an den Schichtleiter mit in

der Nähe befindlichen Feuerlöschgeräten durch am Brandort anwesende Personen zu erfolgen, sofern dies ohne Gefährdung der Personen möglich ist.

Eine Brandbekämpfung in der WAK erfolgt ausschließlich durch die Werkfeuerwehr des KIT CN. Wenn Einsatzkräfte in größerem Umfang benötigt werden sollten, geschieht dies unter der Leitung der Werkfeuerwehr des KIT CN. Die Anfahrtszeit der Werkfeuerwehr des KIT CN beträgt nach Alarmierung etwa 5 min. Die Werkfeuerwehr des KIT CN ist in voller Einsatzstärke 24 Stunden pro Tag einsatzbereit.

Zur Brandbekämpfung auf dem WAK-Gelände ist eine Feuerlösch-Ringleitung mit Unterflur- und Überflurhydranten vorhanden.

Im Kontrollbereich erfolgt die Brandbekämpfung zusätzlich unter Einbeziehung der Vorgaben des Notdienstleiters der WAK zur Einhaltung notwendiger Schutzmaßnahmen. Die gemäß § 54 StrISchV /BMJ 21/ notwendige Person mit der erforderlichen Fachkunde zur Beurteilung der Strahlengefährdung während der Brandbekämpfung im Kontrollbereich ist vom Notdienstleiter der Werkfeuerwehr des KIT CN zuzuteilen. Im Brandfall wird die jeweils betroffene Lüftungsanlage automatisch in den vorgesehenen Betriebszustand (Zuluft wird ausgeschaltet und geregelte Abluft) gefahren.

Von der Werkfeuerwehr des KIT CN sind vorzugsweise CO<sub>2</sub>- bzw. Pulverlöscher zu verwenden; der Einsatz von Leicht-/Mittelschaum ist zulässig. Wasser darf nicht verwendet werden.

### **3.2.2.1.1 Löschwasserversorgung**

#### **Kernkraftwerke und Forschungsreaktor FRM II**

Es ist ein ausreichend bemessenes Ringleitungssystem zur Löschwasserversorgung der Hydranten, Wandhydranten in den baulichen Anlagen und zur Versorgung der ortsfesten (stationären) Wasserlöschanlagen eingerichtet. Für die Löschwasserversorgung ist entweder eine natürliche Wasserstelle, wie Flüsse, Bäche, Seen oder eine künstliche Wasserstelle, wie Löschwasserteiche, Löschwasserbrunnen oder Löschwasserbehälter, mit ausreichenden Wassermengen vorhanden.

Alle Hydranten oder Wandhydranten sind so angeordnet, dass ein Brand auf dem Anlagengelände oder in den baulichen Anlagen manuell bekämpft werden kann. Alle baulichen Anlagen mit Einrichtungen des Sicherheitssystems oder mit Notstandseinrichtungen sind mit Löschwasserleitungen ausgerüstet. Es ist sichergestellt, dass bei Wasserfreisetzung aufgrund eines Integritätsverlusts derartiger Leitungen die erforderliche Funktionsfähigkeit von Einrichtungen des Sicherheitssystems oder der Notstandseinrichtungen erhalten bleibt.

Es sind redundante Pumpen mit notstromgesicherter oder netzunabhängiger Energieversorgung sowie einem Druckhaltesystem für die Löschwasserversorgung installiert. Die Pumpen sind räumlich (durch ausreichenden Abstand) so voneinander getrennt angeordnet oder geschützt, dass das Versagen einer Pumpe oder einer Einspeiseleitung in die Ringleitung nicht zum Ausfall der im Anforderungsfall erforderlichen Fördermenge führt. Die Pumpen werden bei Druckabfall im Löschwassersystem automatisch zugeschaltet. Sie werden von einer ständig besetzten Stelle, z. B. Warte aus überwacht und bedient.

Die für den Aufbau einer zusätzlichen Löschwasserversorgung (z. B. zur Einspeisung in das Ringleitungssystem oder in bauliche Anlagen) erforderlichen Einrichtungen und Hilfsmittel werden vorgehalten.

Die zu Beginn des Rückbaus von Kernkraftwerken vorhandene Löschwasserversorgung deckt im Hinblick auf Ausgestaltung und Kapazität insbesondere auch die kerntechnischen Anforderungen ab. In Bereichen, in denen nach Einstellung des Leistungsbetriebes bzw. im Rahmen des Rückbaus keine kerntechnischen Anforderungen mehr vorhanden sind, kann die Löschwasserversorgung an die Anforderungen des konventionellen Regelwerkes angepasst werden.

### FR MZ

Die Löschwasserversorgung beim FR MZ erfolgt durch vier Überflurhydranten an den entlang der Gebäude verlaufenden Straßen. Dort können mobile Feuerlöschpumpen über B-Schlauchleitungen angekoppelt werden. Die Hydranten werden aus einer DN 100-Ringleitung des Trinkwassernetzes gespeist (vgl. Abbildung 2-1).

### FRM II

Die Löschwasserversorgung speist sich aus drei unabhängigen Quellen (Brauchwasser, Trinkwasser, Brunnenwasser), die jede für sich geeignet ist, die erforderlichen Wassermengen zur Verfügung zu stellen. Erforderlichenfalls stünden noch der im Abstand von ca. 100 m am Gelände des FRM II vorbeifließende Gießenbach und der Fluss Isar als Löschwasserreserve zur Verfügung. Löschwasserpumpen sind redundant ausgelegt und notstromgesichert. Die Feuerwehr verfügt zusätzlich über ausreichend eigene Pumpenkapazitäten.

Innerhalb der Anlage existiert eine Löschwasserrückhaltung.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Auf dem Werksgelände ist eine Feuerlöschleitung mit Überflurhydranten vorhanden, die über zwei Einspeisungen an die Stadtwasserversorgung angeschlossen ist. Weiterhin ist ein Feuerlöschtiefbrunnen mit Saugpumpe, die an die Ersatzstromversorgung angeschlossen ist, vorhanden.

### UAG

Das Einsatzfahrzeug der Werkfeuerwehr stellt für den Erstangriff 2.000 l Löschwasser zur Verfügung. Eine weitere Wasserversorgung kann über die Feuerlösch-Ringleitung mit verteilten Überflurhydranten objektnah hergestellt werden. Bei Ausfall der Feuerlösch-Ringleitung erfolgt die Wasserversorgung im Anforderungsfall über einen auf dem Betriebsgelände befindlichen Feuerlöschteich.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Derzeit wird die Löschwasserversorgung für das Brennelemente-Zwischenlager Biblis (BZB) sowie die dortigen Abfall-Zwischenlager AZB 1 und ABZ 2 durch das Löschwassersystem der benachbar-



ten kerntechnischen Anlage sichergestellt. Dieses wird durch Brunnen gespeist und stellt ausreichend Löschwasser zur Verfügung. Im Rahmen der Autarkie wird für das BZB ein eigenständiges Löschwassersystem in Form eines Regenrückhaltebeckens mit angeschlossener Ringleitung errichtet. Das Regenrückhaltebecken ist so dimensioniert, dass die baurechtlich geforderte Löschwassermenge von 192 m<sup>3</sup>/h über einen Zeitraum von zwei Stunden bereitgestellt werden kann.

Im ZLN versorgt das Feuerlöschnetz der EWN über eine Ringleitung die Löscheinrichtungen des Betriebsgeländes außerhalb und innerhalb der Gebäude mit Löschwasser. Es werden maximal 3.200 l/min benötigt. Die erforderliche Menge wurde bei der Erstellung des Brandschutzkonzepts ermittelt und wird über zwei voneinander unabhängige Einspeisungen über das vorhandene Feuerlöschnetz der EWN zur Verfügung gestellt. Somit kann bei Ausfall einer Einspeisung über die zweite Einspeisung die benötigte Menge von 3.200 l/min realisiert werden. Ferner besteht die Möglichkeit, aus dem Speicherbecken über eine stationäre Saugstelle Löschwasser zu entnehmen. Es stehen max. 900 m<sup>3</sup> Löschwasser zur Verfügung. An das Feuerlöschnetz sind angeschlossen: Überflurhydranten im Freigelände und Wandhydranten im Innenbereich. Für die Brandbekämpfung sind auf dem Betriebsgelände des ZLN Überflurhydranten vorhanden. Die Hydranten besitzen zwei obere Abgänge mit B-Festkupplung und einen unteren Abgang mit A-Festkupplung.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Auf dem Gelände der WAK (inkl. VEK) befindet sich zur Brandbekämpfung eine Feuerlösch-Ringleitung mit Überflurhydranten (Nennweite 100) sowie zwei Unterflurhydranten (Nennweite 80). Diese sind an die Feuerlösch-Ringleitung der Wasserversorgung der WAK mit einem Betriebsdruck von 4 bar angeschlossen.

### **3.2.2.2 Löschanlagen**

#### **Kernkraftwerke**

Bei Vorhandensein von Brandlasten, die zu unzulässigen Brandwirkungen, wie in Abschnitt 2.1.3 beschrieben, insbesondere auf Umfassungsbauteile, Einrichtungen des Sicherheitssystems oder Notstandseinrichtungen, führen können, sind ortsfeste Löschanlagen eingesetzt oder gleichwertige Brandschutzmaßnahmen, wie z. B. mobile Löscheinrichtungen in Kombination mit ausgebildetem Personal, vorgesehen.

Sofern eine manuelle Brandbekämpfung aufgrund erschwerter Zugänglichkeit, hoher Ortsdosisleistung oder unzureichender Rauchableitung zu einer unzulässigen Gefährdung der Einsatzkräfte führen kann, sind ebenfalls ortsfeste Löschanlagen eingesetzt.

Ortsfeste Löschanlagen lösen grundsätzlich automatisch aus. Bei nicht automatischer Auslösung wird gewährleistet, dass diese frühzeitig und zuverlässig erfolgt. Hierzu sind Auslösekriterien sowie Anweisungen zur Handauslösung der Löschanlagen in den schriftlichen betrieblichen Regelungen

enthalten. Kriterien für die Auslösung, z. B. Ansprechen der Brandmeldeanlage, Sichtkontrolle mit betrieblicher Fernsehanlage sowie Ausfallsignale oder Störmeldung, sind im Einzelfall festgelegt.

Bei der Beurteilung einer automatischen Auslösung wurden die Nachteile einer Fehlauslösung berücksichtigt, z. B. der Ausfall sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen, Fehlauslösungen bei Dampfleckagen, Kontamination des Löschwassers und Beaufschlagung von Teilen mit hoher Oberflächentemperatur mit Löschmittel. Sofern im Verlauf eines Löschvorgangs mit dem Anfall großer Wassermengen, z. B. bei Sprühwasserlöschanlagen, gerechnet werden muss, sind hierfür Auffangmöglichkeiten oder Ableitmöglichkeiten, ggf. über mobile Pumpen, vorhanden.

Löschwasser aus dem Kontrollbereich wird grundsätzlich nur kontrolliert und aktivitätsbilanziert ggf. nach entsprechender Aufbereitung abgeleitet.

Für die ölgefüllten Leistungstransformatoren des Hauptnetzanschlusses (Maschinentransformatoren) und des Eigenbedarfsabzweigs (Eigenbedarfstransformatoren) nach KTA 3701 /KTA 14/ sind ortsfeste, automatisch auslösende Feuerlöschanlagen eingebaut. Dieses gilt ebenso für Reserve-netztransformatoren, sofern eine unzulässige brandbedingte Beeinträchtigung benachbarter Gebäude und Anlagen nicht ausgeschlossen werden kann. Für die Auslösung sind z. B. Buchholz-Schutz, Differenzial-Schutz oder temperaturabhängige Anregesysteme im Einsatz.

Ortsfeste Löschanlagen sind insbesondere jeweils in folgenden Bereichen oder in Bereichen mit folgenden Einrichtungen vorhanden:

- Turbinenölbehälter und -ölkäule,
- Kraftstofflagerung für Dieselaggregate in Vorrats- und Betriebsbehältern in Gebäuden,
- Hauptkühlmittelpumpen einschließlich Ölbehältern,
- nicht gekapselte Kabelmassierungen, wie in Kabelkanälen, -schächten, -böden und -geschossen,
- nicht gekapselte, wesentliche Brandlasten bei erschwerter manueller Brandbekämpfung (erschwerter Zugänglichkeit, hohe Ortsdosisleistung oder unzureichende Rauchableitung),
- Abfallbehandlung und -lagerung radioaktiver brennbarer Stoffe,
- EDV- Prozessrechneranlagen.

Die Eignung von Löschanlagen ist für den jeweiligen Anwendungsfall nachgewiesen. Die Planung und Auslegung von Löschanlagen erfolgt grundsätzlich nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik, z. B. DIN EN 12845.

Die Anforderungen an Löschanlagen korrelieren in weiten Teilen mit den Anforderungen an eine automatisierte Branderkennung (siehe Abschnitt 3.2.1.1). Insbesondere Installationen mit hoher lokaler Brandlast (Öle, Kabelmassierungen) bedürfen sowohl einer automatisierten Branderkennung als auch einer Löschanlage. Bei Entfall hoher lokaler Brandlasten entfällt nicht nur die Anforderung an eine automatisierte Branderkennung, sondern zudem auch die Anforderung an eine stationäre Löschanlage. Die Erfüllung konventioneller baurechtlicher Anforderungen wird dabei weiterhin sichergestellt.

## **Forschungsreaktoren**

Bei Vorhandensein von Brandlasten, die zu unzulässigen Brandwirkungen, wie in Abschnitt 2.1.3 beschrieben, insbesondere auf sicherheitsrelevante SSC führen können, sind ortsfeste Löschanlagen eingesetzt oder gleichwertige Brandschutzmaßnahmen, wie z. B. mobile Löscheinrichtungen in Kombination mit ausgebildetem Personal, vorgesehen.

Sofern eine manuelle Brandbekämpfung aufgrund erschwerter Zugänglichkeit, hoher Ortsdosisleistung oder unzureichender Rauchableitung zu einer unzulässigen Gefährdung der Einsatzkräfte führen kann, sind ebenfalls ortsfeste Löschanlagen eingesetzt.

Ortsfeste Löschanlagen lösen grundsätzlich automatisch aus. Bei nicht-automatischer Auslösung wird gewährleistet, dass diese frühzeitig und zuverlässig erfolgt. Kriterien für die Auslösung sind z. B. Ansprechen der Brandmeldeanlage oder Sichtkontrolle.

Sofern im Verlauf eines Löschvorgangs mit dem Anfall großer Wassermengen, z. B. bei Sprühwasserlöschanlagen, gerechnet werden muss, sind hierfür Auffangmöglichkeiten oder Ableitmöglichkeiten vorhanden. Löschwasser aus dem Kontrollbereich wird grundsätzlich nur kontrolliert und aktivitätsbilanziert ggf. nach entsprechender Aufbereitung abgeleitet.

Ortsfeste Löschanlagen sind insbesondere jeweils in folgenden Bereichen oder in Bereichen mit folgenden Einrichtungen vorhanden:

- Redundanzschächte mit elektrischen Kabeln,
- Abfallbehandlung und -lagerung radioaktiver brennbarer Stoffe,
- wissenschaftlichen Messeinrichtungen.

Die Eignung von Löschanlagen wird für den jeweiligen Anwendungsfall nachgewiesen. Die Planung und Auslegung von Löschanlagen erfolgen grundsätzlich nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik.

Die Anforderungen an Löschanlagen korrelieren in weiten Teilen mit den Anforderungen an eine automatisierte Branderkennung (siehe Abschnitt 3.2.1.1). Insbesondere Installationen mit hoher lokaler Brandlast (z. B. wissenschaftliche Einrichtungen) bedürfen sowohl einer automatisierten Branderkennung als auch einer Löschanlage.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

In der BFL ist als ortsfeste Brandbekämpfungseinrichtung eine stationäre Gaslöschanlage (CO<sub>2</sub>) mit automatischer Auslösung vorhanden.

### UAG

Zur Brandbekämpfung von Entstehungsbränden verfügt die UAG über folgende ortsfeste Brandbekämpfungseinrichtungen:

- stationäre, manuell auslösbare Sprühflutanlage,

- stationäre Gaslöschanlagen (Stickstoff, Inergen) mit automatischer Auslösung.

Die Urananreicherungsanlage verfügt über eine Werkfeuerwehr mit entsprechender Ausrüstung. Die Werkfeuerwehr als Teil der betrieblichen Gefahrenabwehr ist für das Bekämpfen von Entstehungsbränden sowie zur Einleitung von ersten Maßnahmen bei einer UF<sub>6</sub>-Freisetzung zuständig.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

In den Brennelemente-Zwischenlagern sind als ortsfeste Brandbekämpfungseinrichtungen automatisch ausgelöste Gaslöschanlagen vorhanden.

#### Konditionierung radioaktiver Abfälle am Zwischenlager Nord

Als ortsfeste Löschanlagen sind im Betriebs- und Sozialgebäude, in zwei Hydraulikräumen und im Caisson 2 je eine halbstationäre Schaumlöschanlage vorhanden. Die Leitungen werden als trockene Leitungen ausgeführt, wobei im Brandfall Wasser mit Schaummittel in das Rohrsystem von außen eingespeist wird. Caisson 2 und 2a sind des Weiteren mit einer halbstationären Sprühflutanlage, die beim Brand fester Abfälle eingesetzt wird, ausgestattet.

Hinzu kommt eine manuell ausgelöste CO<sub>2</sub>-Löschanlage in einem Elektronikraum. Diese ist so ausgeführt, dass die Forderungen der Richtlinie für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen und die Sicherheitsregeln für CO<sub>2</sub>-Feuerlöschanlagen eingehalten werden.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

In den beschriebenen Gebäuden der WAK sind keine stationären Löschanlagen vorhanden.

### **3.2.2.3 Art, wesentliche Merkmale und Erwartungen an die Ausführung**

#### **Kernkraftwerke**

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden werden trag- und fahrbare Feuerlöscher in ausreichender Anzahl hauptsächlich in allen Betriebsräumen, in den Treppenträumen vor Zugängen zu Betriebsanlagen und an brandgefährdeten Stellen vorgehalten. Die Auswahl der Löschmittel richtet sich nach der erforderlichen Brandklasse unter Berücksichtigung der anlagentechnischen Belange.

Zudem wird die zur Brandbekämpfung notwendige technische Mindestausrüstung für die Feuerwehr, wie Geräte, Fahrzeuge und Ausrüstungsgegenstände, vorgehalten, welche im Hinblick auf die vorliegende betriebliche Gefährdung erforderlich sind.

Als ortsfeste Wasser-Löschanlagen werden insbesondere stationäre und halbstationäre Sprühwasserlöschanlagen sowie Sprinkleranlagen eingesetzt.

Zu den eingesetzten Gaslöschanlagen gehören z. B. CO<sub>2</sub>-Löschanlagen oder Inertgas-Löschanlagen. Durch Schäden an Druckbehältern einschließlich der zugehörigen Armaturen von Gaslöschanlagen entsteht keine Beeinträchtigung von sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen.

Bei Auslösung von Raumschutz-Löschanlagen wird ein Raumabschluss des Löschbereiches hergestellt. Soweit nicht durch andere Maßnahmen unzulässige Drucksteigerungen im Löschbereich verhindert werden, werden während des Einströmvorganges Druckentlastungseinrichtungen offengehalten. Um ein vorzeitiges Unterschreiten der löschwirksamen Gaskonzentration zu verhindern, werden die Druckentlastungseinrichtungen nach dem Einströmvorgang geschlossen.

Die Ansteuerungen der Löschanlagen sind so ausgelegt, dass diese durch den zu beherrschenden Brand nicht unzulässig beeinträchtigt werden. Unabhängig von der Fernauslösung oder der automatischen Auslösung, ist in der Regel eine Handauslösung der Löschanlage vorgesehen.

Die erfolgte Auslösung einer Löschanlage wird in der Warte angezeigt.

Für die Auslösung von Löschanlagen werden Vorkehrungen gegen Fehlauflösungen getroffen. Solche Vorkehrungen sind z. B. bei automatischer Auslösung über Brandmelder die Verknüpfung von zwei Meldergruppen des Löschbereichs oder die Anwendung des Arbeitsstromprinzips bei Steuerungen.

### **Forschungsreaktoren**

#### FR MZ

Insgesamt sind über den Gebäudekomplex verteilt 121 Handfeuerlöscher platziert, mit denen ein Erstangriff zur Brandbekämpfung durchgeführt werden kann. Es kommen überwiegend Pulverlöscher für die Brandklassen A, B, und C zum Einsatz, die Labore verfügen auch über CO<sub>2</sub>-Löscher für Flüssigkeitsbrände (Brandklasse B) und Brände in elektrischen Anlagen. 7 Löschdecken dienen der Erstickung von Entstehungsbränden, z. B. dem Löschen von Flüssigkeitsbränden in Experimentiergefäßen. Insgesamt 9 Wandhydranten wurden in den vergangenen Jahren stillgelegt und nach Vorgabe durch den zuständigen Brandschutzgutachter durch ABC-Feuerlöscher ersetzt.

#### FRM II

Als ortsfeste Wasser-Löschanlagen werden insbesondere stationäre und halbstationäre Sprühwasserlöschanlagen sowie Sprinkleranlagen eingesetzt. Die Ansteuerungen der Löschanlagen sind so ausgelegt, dass diese durch den zu beherrschenden Brand nicht unzulässig beeinträchtigt werden. Unabhängig von der Fernauslösung oder der automatischen Auslösung, ist in der Regel eine Handauslösung der Löschanlage vorgesehen. Die erfolgte Auslösung einer Löschanlage wird in der Warte angezeigt.

Für die Auslösung von Löschanlagen werden Vorkehrungen gegen Fehlauflösungen getroffen. Solche Vorkehrungen sind z. B. bei automatischer Auslösung über Brandmelder die Verknüpfung von zwei Meldergruppen des Löschbereichs oder die Anwendung des Arbeitsstromprinzips bei Steuerungen.

Weitere geeignete Löscheinrichtungen und -mittel (z. B. Handfeuerlöscher, Wandhydranten, Löschdecken, Löschsand) werden vor Ort vorgehalten.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Die Art, wesentlichen Merkmale und Erwartungen an die Ausführung der Brandbekämpfungseinrichtungen entsprechen den einschlägigen nationalen und länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken, z. B. der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 2.2.

Zusätzlich zu den ortsfesten Löschanlagen stehen weitere Löscheinrichtungen mit geeigneten Löschmitteln, insbesondere ein Hydrantennetz sowie mobile Feuerlöscher (vorzugsweise CO<sub>2</sub>- bzw. Pulverlöscher), zur Verfügung,

### UAG

Die Ausführung der Brandbekämpfungseinrichtungen erfolgte nach den jeweils anzuwendenden Regelwerken und Vorschriften und wurden im festgesetzten Umfang durch die Aufsichtsbehörde begleitet (siehe auch Auslegungsanforderungen in Abschnitt 3.2.2.1).

Zusätzlich zu den ortsfesten Löschanlagen stehen weitere Löscheinrichtungen mit geeigneten Löschmitteln, insbesondere ein Hydrantennetz sowie mobile Feuerlöscher (vorzugsweise CO<sub>2</sub>- bzw. Pulverlöscher), zur Verfügung.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Die Art, wesentlichen Merkmale und Erwartungen an die Ausführung der Brandbekämpfungseinrichtungen entsprechen den einschlägigen nationalen und länderspezifischen Vorschriften und Regelwerken, z. B. der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 2.2. Die Ausführung wurde im festgesetzten Umfang durch die Aufsichtsbehörde bzw. deren Sachverständigen begleitet.

## **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

### WAK einschließlich VEK

Die Ausführung der Brandbekämpfungseinrichtungen in der WAK und VEK erfolgt nach den jeweils anzuwendenden Regelwerken und Vorschriften und wurden im festgesetzten Umfang durch die Aufsichtsbehörde bzw. deren Sachverständigen begleitet.

### **3.2.2.4 Umgang mit schädlichen Auswirkungen und Folgeeinwirkungen**

#### **Kernkraftwerke**

Neben den brandbedingten Auswirkungen auf Komponenten und Anlagenteile können auch die Löschmaßnahmen zu lokalen Ausfällen führen.

Aufgrund der Anlagenauslegung – u. a. Redundanztrennung, anlageninternes Überflutungsschutzkonzept – sind redundanzübergreifende Auswirkungen nach Löschmaßnahmen ausgeschlossen. Somit werden die kerntechnischen Schutzziele (Abschnitt 2.1.1) aufgrund der Auswirkungen von Löschmaßnahmen nicht gefährdet.

Löschmitteleinträge können je nach Brandort (z. B. im Maschinenhaus) aufgrund von Komponentenbeschädigungen allenfalls zu Anlagentransienten des bestimmungsgemäßen Betriebes führen.

In den mit Wasserlöschanlagen geschützten Räumen und Bereichen wird das Löschmittel aufgefangen oder kontrolliert und gefahrlos abgeführt. Bei Ölversorgungsanlagen, die durch Wasserlöschanlagen geschützt werden, ist der Aufstellungsbereich der Ölversorgung so ausgelegt, dass das aufgefangene Wasser-Öl-Gemisch gezielt aufgefangen und nach dem Löschvorgang abgeführt werden kann.

Bei einem Gefahrstoffaustritt bzw. beim Anfall von Löschwasser im Brandfall auf dem Anlagengelände wird die Einleitung dieser Stoffe in Gewässer verhindert. Maßnahmen zur Rückhaltung sind z. B.:

- Sicherung von Straßeneinläufen,
- Errichtung einer Ölsperre im Fluss.

### **Forschungsreaktoren**

#### FR MZ

Im Falle eines Löschangriffs in der Reaktorhalle unter Verwendung einer erheblichen Menge an Löschwasser würde sich das Wasser zunächst im als Wanne ausgeführten Untergeschoss ansammeln. Ein Eindringen von Wasser in die Lagergruben für Brennelemente, wo derzeit drei Brennelemente in einem Lagerkorb trocken aufbewahrt werden, wird durch Verschlussstopfen mit Elastomer-Dichtringen unterbunden. Allerdings bliebe die Anordnung auch in einer Wasserumgebung unterkritisch. Über einen Bodenablauf würde das Löschwasser anschließend in die Abwasseranlage geleitet, dort in einen der insgesamt sieben Abwassertanks gelangen und sich dort mit eventuell bereits vorhandenem potenziell radiologisch belastetem Abwasser vermischen.

#### FRM II

Neben den brandbedingten Auswirkungen auf Komponenten und Anlagenteile können auch die Löschmaßnahmen zu lokalen Ausfällen führen.

Aufgrund der Anlagenauslegung – u. a. Redundanztrennung, anlageninternes Überflutungsschutzkonzept – sind redundanzübergreifende Auswirkungen nach Löschmaßnahmen ausgeschlossen. Somit werden die kerntechnischen Schutzziele (siehe Abschnitt 2.1.1) aufgrund der Auswirkungen von Löschmaßnahmen nicht gefährdet.

Die Wahrscheinlichkeit für Schäden durch Fehlauflösungen der Sprühflut- oder Sprinkleranlage wird dadurch reduziert, dass es sich teilweise um trockene Systeme handelt, die erst nach Erkundung vor Ort durch die Feuerwehr oder durch eindeutige Signalisierung auf Anweisung oder durch die Feuerwehr geflutet werden.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

In den nuklear genutzten Gebäuden besteht ein Wasserlöschverbot. Nach einem erfolgten Löschangriff fällt in diesen Gebäuden kein (radioaktiv) kontaminiertes Löschwasser an.

Für eine auf dem Gelände befindliche Freifläche zum Abstellen von mit Kernbrennstoff beladenen Fahrzeugen und entleerten Behältern für Uranhexafluorid wird nach einem Löschangriff mit Wasser entsprechend der Brandschutzordnung das Löschwasser im Regenwasserschacht zurückgehalten.

### UAG

Kontaminiertes Löschwasser innerhalb der Gebäude wird gemäß der Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie aufgefangen. Bei einem Gefahrstoffaustritt bzw. beim Anfall von Löschwasser im Brandfall auf dem Anlagengelände wird die Einleitung dieser Stoffe in Gewässer verhindert. Zur Rückhaltung von verunreinigtem Löschwasser, werden das auf dem Anlagengelände anfallende Löschwasser in die Retentionsanlage eingeleitet und zurückgehalten.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Im Brandfall ist kontaminiertes Löschwasser sowie dessen Austrag aus dem Brennelemente-Zwischenlager nicht zu besorgen, da nur sehr geringe Brandlasten vorhanden und bei den geprüften Brandszenarien keine Aktivitätsfreisetzungen zu erwarten sind. Zudem soll im Verladebereich anfallendes Löschwasser dort zurückgehalten werden. Weitere Ersatzmaßnahmen können jederzeit von der Betriebsleitung, in der Regel nach Rücksprache mit einem Brandschutzbeauftragten, angeordnet werden.

### Konditionierung radioaktiver Abfälle am Zwischenlager Nord

Nach einem Brand wird zum Schutz der Umwelt das Löschwasser zurückgehalten. Die im Konditionierungsbereich Caisson 2 und im Container-Abstelllager anfallenden Löschwässer einschließlich der Verladehalle und Schleusen werden durch bautechnische Maßnahmen in das Löschwasserrückhaltebecken unterhalb des Caisson 3 eingeleitet. Die in den Caissons vorhandenen Fluchttüren zum Betriebs- und Sozialgebäude sind erhöht mit entsprechenden Anrampungen ausgestattet. Das Löschwasserrückhaltebecken besitzt eine Beschichtung gemäß Wasserhaushaltsgesetz. Das Rückhaltevolumen beträgt 400 m<sup>3</sup>. Das anfallende Löschwasser bleibt zunächst im Rückhaltebecken, bis über die Art der kontrollierten Entsorgung entschieden worden ist. Die Hydraulikräume sind wannenförmig ausgebildet. Das Rückhaltevolumen beträgt ca. 18 m<sup>3</sup> entsprechend der Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie. Entsprechend der Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie wird bei der Ausführung der Löschwasser-Rückhalteanlagen Sorge getragen, dass durch die Löschwasserableitung keine Brandausbreitung erfolgen kann. Das Löschwasserrückhaltebecken ist so ausgelegt, dass es seine Schutzfunktion, kontaminiertes Löschwasser sicher zurückzuhalten, auch nach dem Bemessungs-erdbeben erfüllen kann.



## **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

### WAK einschließlich VEK

In den Kontrollbereichen der WAK und VEK besteht ein Wasserlöschverbot. Nach einem erfolgten Löschangriff fällt in diesen Gebäuden kein kontaminiertes Löschwasser an. Löschwasser wird gemäß der Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie aufgefangen. Bei einem Gefahrstoffaustritt bzw. beim Anfall von Löschwasser im Brandfall auf dem Anlagengelände wird die Einleitung dieser Stoffe in Gewässer verhindert.

### **3.2.2.5 Alternative/Temporäre Vorkehrungen**

#### **Kernkraftwerke**

Maßnahmen für die Nichtverfügbarkeit von Brandbekämpfungseinrichtungen werden im Betriebshandbuch beschrieben. Bei Ausfall stationärer Löscheinrichtungen werden entsprechend des Umfangs geeignete Ersatzmaßnahmen festgelegt (vgl. Abschnitt 3.2.1.3). Hierzu gehören z. B.

- verstärkte Kontrollen der betroffenen Bereiche,
- die Bereitstellung zusätzlicher mobiler Löscheinrichtungen oder
- die Herstellung provisorischer Löschwasserversorgungen.

Der Ausfall mobiler Löscheinrichtungen wird bei Erkennen durch Austausch oder durch den Einsatz gleichwertiger Löschmittel kompensiert.

#### **Forschungsreaktoren**

##### FR MZ

In der Brandschutzordnung des FR MZ ist geregelt, dass bei Arbeiten mit einer erhöhten Gefahr von Funkenbildung oder großer Wärmeentwicklung z. B. Schneid- und Trennarbeiten oder Schweißarbeiten ein mobiler Handfeuerlöscher oder andere geeignete Löschmittel in direkter Reichweite zu platzieren sind. Für solche Arbeiten ist eine Heiarbeitserlaubnis erforderlich. Sofern mit einer Rauchentwicklung während der Arbeiten zu rechnen ist, sind die Brandmelder in dem betroffenen Bereich für den Zeitraum der Arbeiten durch einen Mitarbeiter des Technischen Liegenschaftsmanagements der Johannes Gutenberg-Universität Mainz auf Antrag zu deaktivieren, um Fehlalarmierungen zu vermeiden. Während dieser Zeit ist eine dauerhafte Brandwache einzurichten. Das Wiederaufschalten der Brandmelder erfolgt nach Ablauf einer bestimmten Frist automatisch durch die Brandmeldeanlage.

##### FRM II

Ersatzmaßnahmen sind im Betriebshandbuch des FRM II festgelegt. Dazu gehören der Aufbau einer Ersatzversorgung für Löschwasser, das prophylaktische Verlegen von temporären Leitungen zur Löschwasserversorgung oder die Bereitstellung von Brandwachen. Weitere Maßnahmen können

jederzeit von der Betriebsleitung, in der Regel nach Rücksprache mit einem Brandschutzbeauftragten, angeordnet werden.

Weitere Festlegungen geeigneter Ersatzmaßnahmen werden im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens, z. B. – sofern erforderlich – bei Instandhaltungsaufgaben, getroffen.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Alternative und temporäre Vorkehrungen hinsichtlich der Brandbekämpfungseinrichtungen, z. B. für den Fall der eingeschränkten Verfügbarkeit der Löschwasserversorgung, sind im Betriebshandbuch der BFL geregelt.

Bei Nichtverfügbarkeit einer der beiden Stadtversorgungsleitungen kann auf die jeweilige andere zur Versorgung der Feuerlöschleitung und der Überflurhydranten umgeschaltet werden. Im Anforderungsfall kann der Feuerlöschteiefbrunnen mit Saugpumpe auch bei Ausfall des externen Netzes und der Ersatzstromversorgung unter zu Hilfenahme einer mobilen Stromversorgung der externen Feuerwehr zur Löschwasserversorgung in Betrieb genommen werden. Weitere Ersatzmaßnahmen können jederzeit vom Leiter der Betriebsfeuerwehr angeordnet werden.

In Bereichen, in denen ein Wasserlöschverbot besteht, stehen zur wirksamen Brandbekämpfung Pulver- oder CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher zur Verfügung.

#### UAG

Alternative und temporäre Vorkehrungen hinsichtlich des aktiven Brandschutzes sind bei der UAG in Betriebsanweisungen geregelt. Dazu zählt der Aufbau der Löschwasserversorgung, der bei Ausfall der allgemeinen Wasserversorgung durch die Stadt Gronau durch die Werkfeuerwehr sicherzustellen ist. Es werden zwei mobile Löschwasserversorgungsleitungen mittels B-Druckschläuchen von der Pumpenstation des Feuerlöschteiches zum Feuerwehrhaus gelegt. Dies entspricht einem Löschwasserbedarf von 1.200 l/min. Danach werden die definierten Knotenpunkte durch A-Druckschläuche mit der Pumpstation des Löschteiches verbunden. Dies bedeutet eine direkte Einspeisung in die Ringleitung. Die Verbindung zur öffentlichen Wasserversorgung wird dann an Knotenpunkten abgeschiebert, um einen Rückfluss in das öffentliche Netz auszuschließen. Diese Maßnahme erfolgt jedoch ausschließlich im Einsatzfall „Brand“, wenn ein erhöhter Löschwasserbedarf von 3.200 l/min benötigt wird.

In Bereichen, in denen ein Wasserlöschverbot zur Gewährleistung der Kritikalitätssicherheit besteht, stehen zur wirksamen Brandbekämpfung mobile Pulver- oder CO<sub>2</sub>-Feuerlöscher zur Verfügung.

Weitere Ersatzmaßnahmen können jederzeit von der Betriebsleitung, in der Regel nach Rücksprache mit einem Brandschutzbeauftragten, angeordnet werden.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

### Zwischenlagerung am Standort Biblis

Ersatzmaßnahmen sind in den Feuerwehreinsatzplänen festgelegt. Dazu gehören z. B. Festlegungen bei Ausfall der Ringleitungen oder das Stellen von Brandwachen. Weitere Maßnahmen können jederzeit von der Betriebsleitung, in der Regel nach Rücksprache mit einem Brandschutzbeauftragten, angeordnet werden. Darüber hinaus sind alle Arbeiten mit offenem Feuer sowie Schweiß- und Schleifarbeiten nach dem Arbeitserlaubnisverfahren abzuwickeln. In diesem Zusammenhang werden Brandschutzscheine erstellt. Mit dem Brandschutzschein werden Maßnahmen bei Arbeiten mit erhöhter Brandgefahr oder erhöhter Betriebsbeeinträchtigung von Brandschutzeinrichtungen festgelegt, sowie Ersatzmaßnahmen ausgewiesen. Eine brandschutztechnische Relevanz im Arbeitserlaubnisverfahren ergibt sich auch, wenn im Zuge der Durchführung der Arbeit Fluchtwege oder Zufahrten, bzw. Zugänge für Rettungs- und Feuerwehrfahrzeuge versperrt werden. Der Brandschutz überprüft den Sachverhalt und überwacht im Weiteren insbesondere, dass ausgewiesene Ersatzmaßnahmen umgesetzt und nicht beeinträchtigt werden.

### Zwischenlagerung am Zwischenlager Nord

Im Brandfall können in zweiter Instanz Löschruppen der Freiwilligen Feuerwehren aus den Umlandgemeinden sowie in dritter Instanz die Berufsfeuerwehr Greifswald hinzugezogen werden.

Die Löschwasser-Ringleitung ist durch Absperrvorrichtungen so unterteilt, dass bei einem Bruch an beliebiger Stelle die Löschwasserversorgung noch ausreichend sichergestellt ist.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden ist das Objekt mit tragbaren Feuerlöschern nach DIN EN 3-7 in erforderlicher Anzahl und stets einsatzbereitem Zustand ausgestattet. Die Anbringungsorte der tragbaren Feuerlöcher sind gut einsehbar und werden ständig freigehalten. Tragbare Feuerlöcher ermöglichen eine erste rasche Brandbekämpfung. Diese sind gut sichtbar im Verlauf von Fluchtwegen, in der Nähe von Zugangstüren der Räume mit erhöhter Brandlast, in der Nähe von Zugangstüren in den Treppenträumen sowie an leicht zugänglichen Stellen innerhalb der Gebäude angebracht. Die Wahl des Löschmittels hängt von der Art des Brandguts und den möglichen Folgeschäden durch die Löschmittel ab, die Anzahl und die Größe der Feuerlöcher von der Brandlast. Im unmittelbaren Bereich von elektrischen Anlagen und Geräten sind Kohlendioxidlöcher vorhanden.

Innerhalb der Gebäude sind Wandhydranten gemäß Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL) angeordnet, die an eine nasse Steigleitung angeschlossen sind. Die Wandhydranten besitzen Haspeln mit 23 m und 30 m formbeständigem Schlauch mit D-Strahlrohr bzw. Eurodüse und sind in den Räumen so angeordnet, dass jeder mögliche Brandherd mit dem Löschwasserstrahl erreicht werden kann. Im Bereich der Hallen 1 – 8 sind keine Wandhydranten vorhanden, da in diesem Bereich keine Brandbekämpfung mit Wasser vorgesehen ist.

## **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

### WAK einschließlich VEK

Ersatzmaßnahmen sind im Betriebshandbuch der WAK und VEK festgelegt. Bei Arbeiten mit einer erhöhten Gefahr von Funkenbildung oder großer Wärmeentwicklung z. B. Schneid- und Trennarbeiten oder Schweißarbeiten sind zusätzliche Handfeuerlöcher oder andere geeignete Löschmittel in direkter Reichweite zu platzieren sind. Für solche Arbeiten ist eine Heißarbeitserlaubnis erforderlich. Sofern mit einer Rauchentwicklung während der Arbeiten zu rechnen ist, sind die Brandmelder in dem betroffenen Bereich für den Zeitraum der Arbeiten zu deaktivieren, um Fehlalarmierungen zu vermeiden. Während dieser Zeit ist eine dauerhafte Brandwache erforderlich.

Von der Werkfeuerwehr des KIT CN sind vorzugsweise mobile CO<sub>2</sub>- bzw. Pulverlöcher zu verwenden; der Einsatz von Leicht-/Mittelschaum ist zulässig. Wasser darf nicht verwendet werden.

### **3.2.3 Aspekte des betrieblichen und abwehrenden Brandschutzes**

#### **Kernkraftwerke**

Es sind betriebliche Brandschutzmaßnahmen vorhanden, die einer Entstehung von Bränden entgegenwirken. Durch Regelungen der Zuständigkeiten sowie durch Bereitstellung geeigneter Betriebsunterlagen ist Vorsorge dafür getroffen, dass im Falle eines Brandes rechtzeitig zielgerichtete und geeignete Abwehrmaßnahmen eingeleitet und durchgeführt werden können. Für den abwehrenden Brandschutz sind geeignete Vorkehrungen und Maßnahmen getroffen, die zur Bekämpfung eines Brandes sowie zu Beherrschung der Brandwirkungen erforderlich sind.

Als technische Mindestausrüstung werden die im Hinblick auf die betrieblichen Gefährdungen erforderlichen Geräte, Fahrzeuge und Ausrüstungsgegenstände vorgehalten.

Für jedes Kernkraftwerk ist ein fachlich geeigneter Brandschutzbeauftragter benannt. Ihm ist ein direktes Vorspracherecht bei der Anlagenleitung eingeräumt. Zu den Aufgaben des Brandschutzbeauftragten gehören die Aufsicht über die Einhaltung von Maßnahmen zur Brandverhütung, wie z. B. bei der Lagerung brennbarer Stoffe oder bei der Durchführung von Schweißarbeiten. Der Brandschutzbeauftragte ist darüber hinaus beteiligt an der regelmäßigen Durchführung von Brandschutzübungen sowie bei der Erstellung und regelmäßigen Überprüfung

- des Brandschutzkonzepts,
- der Brandschutzordnung,
- der Brandschutzpläne und
- der Pläne für den Einsatz der Feuerwehr.

Dem Brandschutzbeauftragten werden die für die Erfüllung seiner Aufgaben erforderlichen Aus- und Fortbildungen unter Berücksichtigung der betrieblichen Belange ermöglicht.

Die Brandschutzordnung ist Bestandteil des Betriebshandbuchs (nach KTA 1201 /KTA 15c/). In der Brandschutzordnung sind insbesondere die Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung, das Verhalten im Brandfall sowie die Organisation und Verantwortlichkeiten des Brandschutzpersonals geregelt.

Die Aufgaben- und Verantwortung aus atomrechtlicher Sicht sind außerdem für das verantwortliche Personal in Bezug auf Brandschutzaspekte in der personellen Betriebsordnung geregelt. Die relevanten Unterlagen werden auch extern verteilt (z. B. zuständige Behörde).

Die brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen, wie z. B. bauliche brandschutztechnische Unterteilung, Löschanlagen oder Flucht- und Rettungswege, sind dokumentiert. Diese Pläne und weitere Dokumente werden aktuell gehalten.

Zur Orientierung und Beurteilung der Lage im Brandfall sind in Abstimmung mit der Feuerwehr Pläne für den Feuerwehreinsatz für das Anlagengelände sowie für die baulichen Anlagen vorhanden. Diese Pläne enthalten die für das taktische Vorgehen der Feuerwehr erforderlichen Angaben. Die Pläne für den Feuerwehreinsatz werden aktuell gehalten.

Für Kernkraftwerke im Restbetrieb werden administrative und organisatorische Brandschutzmaßnahmen an den Anforderungen des konventionellen Regelwerkes gespiegelt. Die auch im Leistungsbetrieb geltenden konzeptionellen Anforderungen bleiben dabei im Wesentlichen erhalten. Durch die deutliche Reduzierung des radiologischen Freisetzungspotenzials im Brandfall nach Brennelementfreiheit wird eine Werkfeuerwehr in der Regel entbehrlich, notwendige Löscharbeiten können dann durch die öffentliche Feuerwehr vorgenommen werden. Die Erfüllung konventioneller baurechtlicher Anforderungen wird dabei weiterhin sichergestellt. Der abwehrende Brandschutz kann in dem für das noch bestehende Gefährdungspotenzial auf der Anlage erforderliche Maß angepasst werden.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Jede Brandmeldung wird automatisch an die Berufsfeuerwehr Mainz weitergeleitet. Gleichzeitig erfolgt eine Verständigung der Polizei. Eine automatische Meldung erfolgt ebenfalls an die Hauptpforte der Johannes Gutenberg-Universität Mainz und an die Rufbereitschaft des FR MZ. In der Alarmordnung ist darüber hinaus eine Alarmierungsliste enthalten. Die Betriebsleitung entscheidet dann über die Benachrichtigung der Universitätsleitung und der atomrechtlichen Aufsichts- und Genehmigungsbehörde.

Die Mitarbeiter des FR MZ und der zugehörigen Forschungs- und Verwaltungsgebäude werden über Sirenen zum unverzüglichen Verlassen der Gebäude veranlasst und begeben sich zum ausgewiesenen Sammelplatz. Der Reaktoroperator schaltet den Reaktor ab, kontrolliert, dass alle Experimentatoren die Reaktorhalle verlassen haben und verlässt ebenfalls unverzüglich das Gebäude.

### FRM II

Die Aspekte des betrieblichen und abwehrenden Brandschutzes sind in den nächsten Unterpunkten beschrieben.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Aufgrund erhöhter Sicherheitsanforderungen für das Werksgelände der BFL wurde für alle Gebäude im Einvernehmen mit den für den vorbeugenden Brandschutz zuständigen Behörden eine Brandschutzordnung in den Teilen A, B und C nach DIN 14096 (Brandschutzordnung – Regeln für das Erstellen und das Aushängen) angefertigt. In der Brandschutzordnung sind die organisatorischen und technischen Maßnahmen festgelegt, die zur Brandverhütung und zur wirksamen Brandbekämpfung unter Wahrung der Gesichtspunkte der Kritikalitätssicherheit und des Strahlenschutzes erforderlich sind.

Teil A der Brandschutzordnung ist in allen Gebäudebereichen an gut sichtbaren Stellen ausgehängt. Die Teile B und C sind im Betriebshandbuch für jeden Mitarbeiter zugänglich.

Die Vorgaben für den Brandschutz beinhalten u. a. folgende Maßnahmen:

- Feuerlöschübungen der Betriebsfeuerwehr sowie Brandalarm-Räumungsübungen in Verbindung mit einer Brandschutzübung unter Einsatz der Betriebsfeuerwehr,
- regelmäßige Übungen aller Beschäftigten zur Handhabung von Handfeuerlöschern,
- Ausbildung und Weiterbildung der Betriebsfeuerwehr,
- Bereitstellung geeigneter Löschmittel für die Nutzung in Kontrollbereichen, um eine wirksame Brandbekämpfung zu gewährleisten und schädliche Folgereaktionen (z. B. Kritikalität) zu vermeiden,
- Brandschutzmaßnahmen, wie z. B. die Minimierung von brennbaren Materialien, Erlaubnis-schein für feuergefährliche Arbeiten.

Das Betriebshandbuch enthält entsprechend den Anforderungen der KTA 1201 /KTA 15c/ Teile, die als Sicherheitsspezifikation eingestuft sind. Die Brandschutzordnung als eine der Betriebsordnungen ist als Sicherheitsspezifikation eingestuft.

### UAG

Die Betriebsanweisungen für den vorbeugenden Brandschutz bei der UAG beinhalten folgende Maßnahmen:

- Erstellen von Brandschutzordnungen, Feuerwehrplänen (Objekteinsatzplänen) und Flucht- und Rettungsplänen,
- Brandschutzschulungen des Betriebspersonals: Probealarme und Feuerlöschübungen in Verbindung mit Übungen zur Beherrschung von Freisetzungen radioaktiver Stoffe,
- Brandschutzmaßnahmen in Kontroll- und Überwachungsbereichen, insbesondere Nutzung geeigneter Löschmittel, um eine wirksame Brandbekämpfung zu gewährleisten und schädliche Folgereaktionen (z. B. Kritikalität oder Verbreitung von kontaminiertem Löschwasser) zu vermeiden,
- Bereitschaftsplanung für Brandschutz-, Strahlenschutz- und Erste-Hilfe-Personal,

- Brandschutzmaßnahmen mit Hinweisen zur allgemeinen Brandverhütung, insbesondere mit Hinweisen auf freizuhaltende Flucht- und Rettungswege,
- Brandschutzmaßnahmen bei Schweißarbeiten, Dachdeckerarbeiten, Arbeiten mit brennbaren Isolationsmaterialien und sonstigem Umgang mit offenem Feuer (z. B. Brandsicherheitswachen),
- Ausbildung und Weiterbildung der Werkfeuerwehr; regelmäßige Einsatzübungen und Schulungen mit der Freiwilligen Feuerwehr,
- technische Ausrüstung der Werkfeuerwehr einschließlich Wartung und Pflege des Geräts,
- Aushänge mit allgemeinen Verhaltensregeln im Brandfall, entsprechend DIN 14096, Teil A,
- wiederkehrende Prüfungen an den bau- und anlagentechnischen Brandschutzeinrichtungen.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Teil des Betriebshandbuchs ist die Brandschutzordnung, in der die Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung dargestellt und das Verhalten im Brandfall geregelt sind. Zur raschen Orientierung und Beurteilung der Lage sind Brandbekämpfungspläne vorhanden. Die Pläne enthalten alle für das taktische Vorgehen erforderlichen Angaben. Die Wirksamkeit dieser organisatorischen Maßnahmen wird durch regelmäßige Alarmübungen sichergestellt.

Um ein sicheres Verlassen des Gefahrenbereiches ins Freie zu ermöglichen, werden Rettungswege vorgehalten und gekennzeichnet, die gleichzeitig als Angriffswege der Feuerwehr dienen. Diese Rettungswege stellen die kürzeste Verbindung zwischen dem entsprechenden Anlagenbereich und dem Freien dar.

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die regelmäßigen Notfallübungen gemeinsam mit der Feuerwehr sowie der hohe Anteil an Brandschutz Helfern beim Betriebspersonal.

#### Zwischenlager Nord

Zusätzlich zu den oben genannten Aspekten ist am ZLN eine anerkannte Werkfeuerwehr in Gruppenstärke auf dem Betriebsgelände der EWN vorhanden (entsprechend der Sicherheitskategorie K3.2 der Industriebaurichtlinie). Für die Brandbekämpfung steht eine Werkfeuerwehr aus haupt- und nebenberuflichen Einsatzkräften zur Verfügung, die entsprechend den Grundsätzen für Berufsfeuerwehren ausgebildet ist. Die Werkfeuerwehr wird von der Inneren Wache im Wachgebäude des ZLN alarmiert und rückt in Löschgruppenstärke (10 Personen) aus. Zusätzlich ist eine Aufschaltung des Signals auf der Leitstelle der Werkfeuerwehr vorhanden. Der Einsatzort wird in maximal 5 min erreicht. Die zur Zufahrt und zum Brandangriff notwendigen Türen bzw. Tore können von der Werkfeuerwehr eigenständig geöffnet werden.

Soweit möglich werden Entstehungsbrände mit Handfeuerlöschern bekämpft. Ist eine stationäre Löschanlage in dem Bereich vorhanden, wird diese manuell durch die Werkfeuerwehr ausgelöst.

Die Erschließung des Gesamtgeländes von den öffentlichen Verkehrswegen aus erfolgt über die öffentliche Anfahrtsstraße. Auf dem Standort des ZLN selbst erfolgt die Erschließung über ausreichend groß bemessene Verkehrswege zu den Gebäudekomplexen hin. Zwischen den Gebäuden

befinden sich ebenfalls ausreichend große Verkehrswege und Bewegungsflächen für die Feuerwehr. Sofern sich bezüglich der Zuwegung zum Zwischenlager Nord sowie zum EWN-Gelände bei den zur Verfügung stehenden Aufstellungs- und Bewegungsflächen für Einsatzfahrzeuge Änderungen ergeben, wird sichergestellt, dass diese Zuwegungen im erforderlichen Umfang erhalten bleiben.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Teil des Betriebshandbuchs der WAK ist die Brandschutzordnung, in der die Maßnahmen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung dargestellt und das Verhalten im Brandfall geregelt sind. Zur raschen Orientierung und Beurteilung der Lage sind Brandbekämpfungspläne vorhanden. Die Pläne enthalten alle für das taktische Vorgehen des Notdienstleiters und der Feuerwehr erforderlichen Angaben. Die Wirksamkeit dieser organisatorischen Maßnahmen wird durch regelmäßige Alarmübungen sichergestellt.

Um ein sicheres Verlassen des Gefahrenbereiches ins Freie zu ermöglichen, werden Rettungswege vorgehalten und gekennzeichnet, die gleichzeitig als Angriffswege der Feuerwehr dienen. Diese Rettungswege stellen die kürzeste Verbindung zwischen dem entsprechenden Anlagenbereich und dem Freien dar. Die Rettungsweglänge ins Freie beträgt für alle Anlagenbereiche maximal 35 m.

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind die regelmäßigen Notfallübungen gemeinsam mit der Feuerwehr sowie der hohe Anteil an Brandschutz Helfern beim Betriebspersonal.

Die Aspekte des Brandschutzes werden ständig überprüft und an die jeweilige Rückbausituation angepasst. Deshalb wurden z. B. zur Sicherstellung einer maximalen Fluchtweglänge außenliegende Treppentürme nachgerüstet.

Zur Rauchfreihaltung der Treppenträume der VEK wurde, unter Berücksichtigung der vorliegenden kerntechnischen Einrichtung, eine Überdruck-Lüftungsanlage installiert.

Die Lüftungstechnischen Anlagen sind so ausgelegt, dass eine gerichtete Strömung innerhalb der Gebäude von außen nach innen auch bei geöffneten Fluchttüren erhalten bleibt. Eine unkontrollierte Rauchausbreitung wird verhindert.

#### **3.2.3.1 Überblick über die Strategien zur Brandbekämpfung, administrative Vorkehrungen und Gewährleistung**

##### **Kernkraftwerke**

Die Brandbekämpfung erfolgt durch ausgebildetes Personal mit geeigneten Brandbekämpfungsmaßnahmen. Zur Brandbekämpfung dienen:

- mobile Feuerlöscher,



- Überflurhydranten auf dem Anlagengelände und Wandhydranten in den Gebäuden sowie
- ortsfeste Löschanlagen.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden werden mobile Feuerlöscher in ausreichender Anzahl, insbesondere in allen Betriebsräumen, in den Treppenträumen vor Zugängen zu Betriebsanlagen und an brandgefährdeten Stellen, vorgehalten. Die Auswahl der Löschmittel richtet sich nach der erforderlichen Brandklasse unter Berücksichtigung der anlagentechnischen Belange. Beispielsweise ist bei der Bekämpfung von Bränden neben und in elektrischen Anlagen die Richtlinie DIN VDE 0132 einzuhalten.

Bis zum Eintreffen der Feuerwehr kann die erste Brandbekämpfung durch in der Nähe des Brandortes tätige Betriebsangehörige mit den unmittelbar zur Verfügung stehenden Löscheinrichtungen erfolgen. Diese Mitarbeiter informieren die Schichtleitung sowie die am Brandort eintreffenden Feuerwehrrkräfte über die Lage vor Ort.

Für den Einsatz der Feuerwehr im Kontrollbereich sind prinzipiell die Maßnahmen der Strahlenschutzverordnung sowie der Feuerwehrdienstvorschrift FwDV 500 anzuwenden.

Die Brandbekämpfung wird gemäß Brandschutzordnung vorgenommen.

Die Einsatzpläne enthalten alle für die Brandbekämpfung des betroffenen Bereiches notwendigen Informationen (z. B. Brandangriffswege, fest installierte Löschanlagen, Entrauchungseinrichtungen, Löschwasserversorgung, besondere Gefahren und damit verbundene Schutzmaßnahmen usw.). Hierzu gehören auch erforderliche Sicherheitsmaßnahmen (z. B. In-/Außerbetriebnahme von Schaltanlagen und Aggregaten).

Die Feuerwehr geht entsprechend folgendem Grundsatz vor:

- Rettung gefährdeter Personen,
- Schützen sicherheitstechnisch relevanter Objekte in der Nähe des Brandortes,
- Löschen des Brandes.

Bei drohender Explosionsgefahr übernimmt die Feuerwehr zunächst Absperr- und Evakuierungsmaßnahmen, bis das weitere Vorgehen durch die Einsatzleitung bestimmt ist.

Bei Verwendung von CO<sub>2</sub> kann akute Erstickungsgefahr bestehen. Beim Einsatz von CO<sub>2</sub>-Löschern werden deshalb entsprechende Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Atemschutz, Fremdbelüftung) ergriffen. Verrauchte Räume dürfen nur mit raumluftunabhängigen Atemschutzgeräten (Isoliergeräte) betreten werden. Es wird truppweise vorgegangen und ein Sicherheitstrupp bereitgestellt.

Bei Bränden im Kontrollbereich rüstet sich die Feuerwehr mit Alarmdosimetern aus. Die Einhaltung der Strahlenschutz-Bestimmungen innerhalb der Kontrollbereiche wird intern in der Strahlenschutzordnung geregelt.

Der Zugang in den Kontrollbereich erfolgt über die vorgesehenen Feuerwehrezugänge, wie z. B. LKW-Schleuse oder Kontrollbereichszugang. Bei Bränden im Sicherheitsbehälter erfolgt der Zugang grundsätzlich über die Personenschleuse.

Eine Umschaltung der Warte bzw. des Rechnerraumes auf Umluftbetrieb wird notwendig beim Ansaugen von Rauchgasen aus der Umgebung, z. B. bei einem Brand im Außenbereich. Dieses kann z. B. durch die Auslösung des Gasalarms durchgeführt werden.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Eine vom allgemein üblichen Innenangriff der Feuerwehr abweichende besondere Brandbekämpfungsstrategie ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten des FR MZ nicht erforderlich. Aufgrund der nahezu ausgeschlossenen Gefahr der Freisetzung radioaktiver Stoffe aus dem Reaktorkern in Folge eines Brandes (inhärente Sicherheit, keine Nachkühlung erforderlich) in der Reaktorhalle erscheint dies aus Behörden- und Betreibersicht als gerechtfertigt. Lediglich die Ausstattung der Einsatzkräfte und die zu treffenden Vorkehrungen beim Zugang zu bestimmten Räumlichkeiten ist bereits vorab durch das Gefahrstoffkonzept des Landes Rheinland-Pfalz /MIN 05/ geregelt. Am FR MZ gibt es Räume der Gefahrengruppen I bis III. Bei Gefahrengruppe III (z. B. Radionuklidlabor im Reaktorhallenanbau) darf die Feuerwehr nur mit Sonderausrüstung und unter besonderer Überwachung und Dekontaminationsvorkehrungen tätig werden. Beim Zutritt in solchen Bereichen wird die vorherige Beratung durch eine fachkundige Person sichergestellt. Für Bereiche der Gefahrengruppen II und III sind Feuerwehreinsatzpläne zu erstellen und vorzuhalten. Diese sind am FR MZ in Form von Feuerwehrlaufkarten am Feuerwehrinformationszentrum im Eingangsbereich des Altbaus zu finden.

### FRM II

Die Regeln des Brandschutzes sind in der Brandschutzordnung, der Alarmordnung und dem Brandschutzkonzept dargestellt. Zur Organisation des Einsatzes verfügt die Feuerwehr über Feuerwehreinsatzpläne und Feuerwehrlaufkarten, welche zentral an der Geländepforte und weitere Exemplare in der Schaltwarte sowie der Wache vorgehalten werden. Flucht- und Rettungswegepläne sind in den Gebäuden prominent ausgehängt. Alle Dokumente werden stets auf dem aktuellen Stand gehalten.

Die Brandbekämpfung erfolgt durch ausgebildetes Personal mit geeigneten Brandbekämpfungsmaßnahmen. Zur Brandbekämpfung dienen

- mobile Feuerlöscher,
- Überflurhydranten auf dem Anlagengelände und Wandhydranten in den Gebäuden sowie
- ortsfeste Löschanlagen.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden werden mobile Feuerlöscher in ausreichender Anzahl, insbesondere in allen Betriebsräumen, in den Treppenträumen vor Zugängen zu Betriebsanlagen und an brandgefährdeten Stellen, vorgehalten. Die Auswahl der Löschmittel richtet sich nach der erforderlichen Brandklasse unter Berücksichtigung der anlagentechnischen Belange.

Bis zum Eintreffen der Feuerwehr kann die erste Brandbekämpfung durch in der Nähe des Brandortes tätige Betriebsangehörige mit den unmittelbar zur Verfügung stehenden Löscheinrichtungen erfolgen. Das gesamte Personal (100 % der Belegschaft) ist in der Bekämpfung von Entstehungsbränden geschult. Diese Mitarbeiter informieren den diensthabenden Schichtleiter sowie die am Brandort eintreffenden Feuerwehrkräfte über die Lage vor Ort.

Die anerkannte Werkfeuerwehr ist anforderungsgerecht ausgerüstet und steht 24/7 zur Verfügung. Die freiwilligen Feuerwehren der Umgebung ergänzen im Anforderungsfall die Werkfeuerwehr.

Für den Einsatz der Feuerwehr im Kontrollbereich sind prinzipiell die Maßnahmen der Strahlenschutzverordnung sowie der Feuerwehrdienstvorschrift FwDV 500 anzuwenden.

Die Brandbekämpfung wird gemäß Brandschutzordnung vorgenommen. Details der Einsatzstrategie legt der Feuerwehreinsatzleiter in Absprache mit dem betrieblichen Einsatzleiter lageabhängig fest. Es finden mit allen Schichten der Feuerwehr mindestens jährlich Einsatzübungen und regelmäßige Begehungen im Rahmen von Erwerb und Erhalt von Ortskenntnissen statt.

Die Einsatzpläne enthalten alle für die Brandbekämpfung notwendigen Informationen (z. B. Brandangriffswege, fest installierte Löschanlagen, Entrauchungseinrichtungen, Löschwasserversorgung, besondere Gefahren und damit verbundene Schutzmaßnahmen usw.). Hierzu gehören auch erforderliche Sicherheitsmaßnahmen (z. B. In-/Außerbetriebnahme von Schaltanlagen und Aggregaten).

Die Feuerwehr geht entsprechend folgendem Grundsatz vor:

- Rettung gefährdeter Personen,
- Schützen sicherheitstechnisch relevanter Objekte in der Nähe des Brandortes,
- Löschen des Brandes.

Bei drohender Explosionsgefahr übernimmt die Feuerwehr zunächst Absperr- und Evakuierungsmaßnahmen, bis das weitere Vorgehen durch die Einsatzleitung bestimmt ist.

Bei Verwendung von CO<sub>2</sub> kann akute Erstickengefahr bestehen. Beim Einsatz von CO<sub>2</sub>-Löschern werden deshalb entsprechende Sicherheitsmaßnahmen (z. B. Atemschutz, Fremdbelüftung) ergriffen. Verqualmte Räume dürfen nur mit raumluftunabhängigen Atemschutzgeräten (Isoliergeräte) betreten werden. Es wird truppweise vorgegangen und ein Sicherheitstrupp bereitgestellt.

Bei Bränden im Kontrollbereich rüstet sich die Feuerwehr mit Alarmdosimetern aus. Die Einhaltung der Strahlenschutz-Bestimmungen innerhalb der Kontrollbereiche wird intern in der Strahlenschutzordnung geregelt. Der Zugang in den Kontrollbereich erfolgt über die vorgesehenen Feuerwehrgänge, wie z. B. LKW-Schleuse oder Kontrollbereichszugang.

Eine Umschaltung der Warte bzw. des Rechnerraumes auf Umluftbetrieb wird notwendig beim Ansaugen von Rauchgasen aus der Umgebung, z. B. bei einem Brand im Außenbereich. Dieses kann z. B. durch die Auslösung der entsprechenden Kanalrauchmelder initiiert werden.

Feuerwehreinsatzpläne und -laufkarten sind flächendeckend vorhanden. Verantwortlichkeiten sind in der Alarmordnung im Betriebshandbuch geregelt. Alle Feuerwehrübungen und -einsätze werden dokumentiert.

Das Gelände des FRM II verfügt über vier unabhängige und räumlich getrennte Zufahrten. Aufgrund der Dimensionierung der Zufahrtswege, deren Beschaffenheit und der der Gebäude ist die Unzugänglichkeit des Anlagengeländes für einen Feuerwehreinsatz nicht zu unterstellen. Das Technische Hilfswerk steht aufgrund von vertraglichen Verpflichtungen für weitere Unterstützungsmaßnahmen zur Verfügung.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

In der Brandschutzordnung der BFL sind die organisatorischen und technischen Verantwortungen und Maßnahmen festgelegt, die zum vorbeugenden Brandschutz und zur wirksamen Brandbekämpfung unter Wahrung der Gesichtspunkte der Kritikalitätssicherheit und des Strahlenschutzes erforderlich sind.

### UAG

Allgemeine Maßnahmen zur Brandbekämpfung in der UAG sind in Betriebsanweisungen beschrieben (z. B. J932 „Verhalten der Werkfeuerwehr bei Unfall, Feuer und UF<sub>6</sub>-Freisetzung“). Für weitere gebäudebezogene Gefahren werden zusätzliche Maßnahmen in den Betriebsanweisungen beschrieben.

Die Ausstattung der Werkfeuerwehreinsetzungskräfte und die zu treffenden Vorkehrungen beim Zugang zu Strahlenschutzbereichen ist bereits vorab geregelt. Die Feuerwehr darf in diese Bereiche nur mit Sonderausrüstung und unter besonderer Überwachung und Dekontaminationsvorkehrungen tätig werden. Beim Zutritt in solche Bereiche ist die Anwesenheit einer fachkundigen Person notwendig. Die fachkundige Person wird durch die permanente Anwesenheit des entsprechend ausgebildeten Schichtleiters sichergestellt.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

In der Brandschutzordnung sind die organisatorischen und technischen Verantwortlichkeiten und Maßnahmen festgelegt, die zum vorbeugenden Brandschutz und zur wirksamen Brandbekämpfung unter Wahrung der Gesichtspunkte der Kritikalitätssicherheit (nur bei Brennelemente-Zwischenlagern) und des Strahlenschutzes erforderlich sind.

Die betrieblichen Brandschutzmaßnahmen werden im Rahmen des Betriebshandbuchs in der Brandschutzordnung festgelegt. Hier werden u. a. folgende Punkte geregelt:

- Personelle Organisation des Brandschutzes,
- Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes:
  - Verhaltensregeln für Mitarbeiter,
  - theoretische und praktische Schulungen sowie Übungen,
  - Besonderheiten der Wartung und Instandhaltung von Brandschutzeinrichtungen,
  - Vorbeugende Instandhaltung (z. B. Tausch von Brandmeldern);
- Vorgehen bei Brandmeldung durch
  - automatische Meldung,
  - Meldung durch Personen;
- Brandbekämpfung:
  - Verhalten im Brandfall,

- Maßnahmen nach der Brandbekämpfung,
- Zusätzliche Maßnahmen nach der Brandbekämpfung im Kontrollbereich.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

In der Brandschutzordnung der WAK und VEK sind die organisatorischen und technischen Verantwortungen und Maßnahmen festgelegt, die zum vorbeugenden Brandschutz und zur wirksamen Brandbekämpfung unter Einhaltung des Strahlenschutzes erforderlich sind.

### **3.2.3.2 Tauglichkeit, Verantwortlichkeiten, Organisation und Dokumentation von Brandbekämpfungsvorkehrungen inner- wie außerhalb des Anlagengeländes**

#### **Kernkraftwerke und Forschungsreaktor FRM II**

Die folgenden Betriebsordnungen des Betriebshandbuchs sind bezüglich des Brandschutzes (Organisation, Aufgaben, Alarmierung, Freigabe und Überwachung von Heißarbeiten, Instandhaltungsmaßnahmen an brandschutztechnischen Einrichtungen) relevant:

- Brandschutzordnung,
- Personal- und Betriebsordnung,
- Instandhaltungsordnung,
- Alarmordnung,
- Strahlenschutzordnung.

Nähere Ausführungen sind in Abschnitt 3.2.3 enthalten.

Neben den internen kerntechnischen Regelungen sind die feuerwehrspezifischen Regelungen einschlägig. Eine Werkfeuerwehr, soweit erforderlich, wird durch die zuständigen Behörden mit einer Verfügung anerkannt. Die Anerkennungsverfügung legt u. a. die folgenden Punkte fest:

- Grundsätze über die internen einschlägigen Regelungen bzw. über Tätigkeitsgebiet der Werkfeuerwehr,
- Organisation,
- Personal der Werkfeuerwehr (u. a. Mindeststärke, Anforderungen),
- Ausbildung,
- Übungen, u. a. mit den externen Feuerwehren,
- Fahrzeuge, Ausrüstung und Geräte.

Die Anerkennungsverfügung liegt zur Dokumentation der Betreiberin und der zuständigen Behörde (z. B. Landratsamt) vor.

### **Forschungsreaktor FR MZ**

Die aktive Brandbekämpfung am FR MZ ist über die städtische Berufsfeuerwehr abgedeckt. Im Falle eines Feuerwehreinsatzes regelt die Alarmordnung des FR MZ die Verantwortlichkeiten und Organisation. Für die Leitung und Durchführung der in Alarmfällen notwendigen Maßnahmen zur Gefahrenabwehr am FR MZ (gesamter Gebäudekomplex) ist die Betriebsleitung verantwortlich. Im Brandfall übernimmt der Einsatzleiter der Feuerwehr die Leitung des Löscheinsatzes. Auf die feuerwehrinterne Organisation und Verantwortlichkeiten hat der FR MZ keinen Einfluss.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Im Betriebshandbuch der BFL sind die Organisation und die Verantwortlichkeiten im Brandschutz in der personellen Betriebsorganisation und in der Brandschutzordnung auch unter dem Gesichtspunkt von Instandsetzungsmaßnahmen und der zugehörigen Dokumentation beschrieben.

Gemäß Brandschutzordnung ist grundsätzlich jede Person, die einen Brand entdeckt, verpflichtet, sofort die ständig besetzte Stelle zu benachrichtigen und wenn möglich unter Beachtung des Selbstschutzes mit der Brandbekämpfung zu beginnen bzw. Rettungsmaßnahmen einzuleiten. Hierzu werden wiederkehrend alle Personen im Umgang mit Feuerlöschern unterwiesen.

Die BFL unterhält zudem eine ständig einsatzbereite Betriebsfeuerwehr, die gemäß Feuerwehrdienstvorschriften ausgebildet wird.

Durch eine Alarmweiterleitung durch die Brandmeldeanlage wird automatisiert die kommunale Feuerwehr angefordert, sofern die Erkundung durch die Betriebsfeuerwehr innerhalb der kurzen Verzugszeit keine Klärung ergeben hat. Die kommunale Feuerwehr ist mit den örtlichen Gegebenheiten durch Führungen und Übungen zur Zusammenarbeit zwischen externen und internen Einsatzkräften vertraut. Der kommunalen Feuerwehr liegen immer die aktuellen Informationen zur Brandbekämpfung in der BFL vor.

#### UAG

In folgenden Betriebsanweisungen der UAG sind bezüglich des Brandschutzes die Verantwortlichkeiten, Organisation und deren Dokumentation beschrieben:

- Brandschutzordnung,
- personelle Betriebsorganisation,
- Instandhaltungsordnung,
- Alarmordnung,
- Strahlenschutzordnung.

Seit der Inbetriebnahme der UAG am 18. Juni 1985 verfügt die Urenco Deutschland über eine Betriebsfeuerwehr. Im Zuge der Anlagenerweiterung wurde die bisherige Betriebsfeuerwehr der

Urenco Deutschland als Werkfeuerwehr mit Wirkung vom 01. April 2005 eingerichtet und durch die Bezirksregierung Münster als Werkfeuerwehr anerkannt. Sie entspricht in Aufbau, Ausstattung und Ausbildung den an öffentliche Feuerwehren zu stellenden Anforderungen und mit einer festgelegten Einsatzstärke in Form einer Gruppe (10 Feuerwehreinsatzkräfte) an. Die Werkfeuerwehr ergreift in den Gebäuden und Einrichtungen auf dem Anlagengelände der Urenco Deutschland nicht polizeiliche Abwehrmaßnahmen bei Bränden, Unglücksfällen und UF<sub>6</sub>- bzw. U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-Freisetzungen.

Für einen A-Einsatz oder C-Einsatz gemäß FwDV 500 ist als taktische Mindeststärke ein Löschzug anzusetzen. Dieser Löschzug kann nur in Zusammenarbeit mit der Feuerwehr Gronau gestellt werden.

Die Werkfeuerwehr Urenco Deutschland rückt mit ihrem Einsatzleitwagen bei festgelegten Alarmstichworten im Stadtgebiet Gronau, wie z. B. Menschenleben in Gefahr, zur Unterstützung der Freiwilligen Feuerwehr direkt zur Einsatzstelle aus. Die eingesetzten Feuerwehkräfte sind Mitglieder in Freiwilligen Feuerwehren und stellen die benötigte personelle Einsatzreserven für die kommunale Feuerwehr sicher. Die erforderlichen personellen Einsatzkräfte der Werkfeuerwehr sowie das Löschfahrzeug verbleiben zur Gefahrenabwehr auf dem Anlagengelände.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Im Betriebshandbuch der Brennelemente- und Abfall-Zwischenlager sind die Organisation und die Verantwortlichkeiten im Brandschutz in der personellen Betriebsorganisation beschrieben, in der Brandschutzordnung darüber hinaus auch unter dem Gesichtspunkt von Instandsetzungsmaßnahmen und der zugehörigen Dokumentation.

Gemäß Brandschutzordnung ist grundsätzlich jede Person, die einen Brand entdeckt, verpflichtet, sofort die ständig besetzte Stelle zu benachrichtigen und wenn möglich unter Beachtung des Selbstschutzes mit der Brandbekämpfung zu beginnen bzw. Rettungsmaßnahmen einzuleiten. Hierzu werden wiederkehrend alle Personen im Umgang mit Feuerlöschern unterwiesen.

Die Alarmierung der Werkfeuerwehr erfolgt am Standort Biblis durch den Objektsicherungsdienst in der ständig besetzten Stelle in der Sicherheitszentrale, am Standort des ZLN direkt. Die Werkfeuerwehr ist mit den örtlichen Begebenheiten vertraut. Bei Bedarf alarmiert die Werkfeuerwehr die kommunale Feuerwehr zu Unterstützung. Der kommunalen Feuerwehr liegen immer die aktuellen Informationen zur Brandbekämpfung vor.

In regelmäßigen Abständen wird in Abstimmung mit der Werkfeuerwehr eine Einsatzübung, ggf. unter Hinzuziehung öffentlicher Feuerwehren, durchgeführt. Dabei wird das Zusammenspiel mit dem Objektschutzpersonal, dem Strahlenschutzpersonal und dem Betriebspersonal geübt. Die Durchführung der Übung wird protokollarisch dokumentiert.

Die Fortbildung der Werkfeuerwehr erfolgt nach dem hierfür aufgestellten Fortbildungsplan in Anlehnung an die Feuerwehrdienstvorschriften. Alle Einsatzkräfte müssen eine Atemschutztauglichkeit besitzen. Die körperlichen Eignungsanforderungen für Atemschutzgeräteträger/innen sowie die Aus- und Fortbildung nach FwDV 7 „Atemschutz“ wird eingehalten.

Es wurden nach Landesbauordnung und im Einvernehmen mit der Werkfeuerwehr Feuerwehrpläne angefertigt und diese der Werkfeuerwehr zur Verfügung gestellt.

Gemäß Arbeitsstättenrichtlinie wurden Flucht- und Rettungswegpläne in ausreichender Zahl erstellt und an geeigneten Stellen angebracht. Geeignete Stellen sind insbesondere Bereiche, in denen sich Personen häufig aufhalten. Für die betrachteten Gebäude, bei denen sich Änderungen in der Gebäudegeometrie ergeben, werden die bestehenden Flucht- und Rettungspläne nach den Vorgaben der Betreiber angepasst und standortgerecht ausgehängt und fortgeschrieben.

Eigenpersonal sowie Fremdpersonal werden vor Arbeitsaufnahme unter Berücksichtigung der Besonderheiten des jeweiligen Tätigkeitsbereiches über Brandverhütung und das Verhalten bei Bränden unterwiesen. Den Betriebsangehörigen wird einmal pro Jahr der richtige Umgang mit Geräten zur Brandbekämpfung im Rahmen der jährlichen Brandschutzunterweisung vermittelt, alle zwei Jahre wird jeder Mitarbeitende im praktischen Umgang mit Handfeuerlöschern ausgebildet. Zusätzlich bilden die Betreiber Beschäftigte als Evakuierungshelfer/innen aus, welche im Alarmfall bei der Evakuierung von Personen unterstützen. Diese erhalten in regelmäßigen Abständen ebenfalls eine Auffrischungsschulung.

Das gesamte Personal wird über das Vorhandensein ortsfester Feuerlösch- und Brandmeldeanlagen sowie deren Funktion und die Alarmsignalisierung unterrichtet. Das notwendige Verhalten bei Auslösung dieser Anlagen wird trainiert. Alle Unterweisungen und Schulungen werden durch die jeweilige Leitung vorbereitet, durchgeführt und dokumentiert.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Im Betriebshandbuch der WAK sind die Organisation und die Verantwortlichkeiten im Brandschutz in der personellen Betriebsorganisation und in der Brandschutzordnung auch unter dem Gesichtspunkt von Instandsetzungsmaßnahmen und der zugehörigen Dokumentation beschrieben.

Die KTE verfügt über einen bestellten Brandschutzbeauftragten. Dessen Hauptaufgabe liegt darin, das Unternehmen und all seine Führungskräfte bei der Findung und Umsetzung von geeigneten Brandschutzmaßnahmen zu unterstützen. In Abstimmung mit der Werkfeuerwehr werden Einsatzübungen durchgeführt. Dabei wird das Zusammenspiel mit dem Objektschutzdienst, dem Strahlenschutzpersonal und dem Betriebspersonal geübt und die Tauglichkeit der festgelegten Maßnahmen überprüft.

### **3.2.3.3 Besondere Vorkehrungen, z. B. Unzugänglichkeit**

#### **Kernkraftwerke**

Eine Gefährdung der kerntechnischen Schutzziele durch ein Brandereignis ist selbst bei dem Verlust der Zugangsmöglichkeit zum Anlagengelände nicht zu besorgen. Für Anlagen mit Brennelementen greifen die vorhandenen Brandschutzmaßnahmen – baulich, anlagentechnisch, betrieblich und insbesondere abwehrend. Die Einhaltung der kerntechnischen Schutzziele basiert wesentlich auf den baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen. Gleichwohl ist der abwehrende Brand-



schutz durch die Vorhaltung einer Werkfeuerwehr unabhängig vom Zugang externer Feuerwehrcräfte zum Anlagengelände gegeben. Für den Fall eingeschränkter Zugänglichkeit auf dem Anlagengelände selbst sind mehrere Zugänge in die Gebäude vorhanden, so dass sowohl Flucht- und Rettungswege als auch Angriffswege für die Werkfeuerwehr stets verfügbar sind.

Für brennelementfreie Anlagen ist das Freisetzungspotenzial bei unterstelltem Brand im Vergleich zu Anlagen im Leistungsbetrieb um viele Größenordnungen verringert, da die verbleibenden Aktivitätsmengen deutlich geringer und wesentlich in metallischen Strukturen (Aktivierung) gebunden sind. Radiologische Untersuchungen im Rahmen der Rückbaugenehmigungsverfahren zeigen, dass potenzielle Freisetzungen für abdeckend unterstellte Brände in brennelementfreien Anlagen auch bei Ausfall des abwehrenden Brandschutzes die Expositionsgrenzen des § 104 StrlSchV für Auslegungsfälle deutlich unterschreiten. Der abwehrende Brandschutz stellt insoweit im Sinne der Einhaltung der kerntechnischen Schutzziele nur eine Mitigationsmaßnahme dar, um die radiologischen Folgen eines Brandes zu mildern.

Eine Einschränkung der Zugänglichkeit ist nur bei übergeordneten äußeren Einwirkungen denkbar. Diese können extreme Wetterverhältnisse, Hochwasser z. B. mit Überflutung des Anlagengeländes, Erdbeben, Explosionsdruckwelle oder Flugzeugabsturz sein. Eine Mitigation der radioaktiven Freisetzung infolge von Bränden ist für diese für sich genommenen unwahrscheinlichen äußeren Randbedingungen jedoch nicht mehr zu fordern.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Für den Fall eingeschränkter Zugänglichkeit auf dem Universitätsgelände sind mehrere Zugänge zu den Gebäuden des FR MZ vorhanden, so dass sowohl Flucht- und Rettungswege als auch Angriffswege für die Feuerwehr stets verfügbar sind.

Darüber hinaus bietet der FR MZ durch sein Design des Brennstoffes den Vorteil, dass ein Kühlmittelverlust, z. B. als Folge eines Brandereignisses, nicht zu einem Hüllrohrschaden führen kann. Die bereits in Abschnitt 2.2.6.2 angeführte Robustheitsanalyse aus dem Jahr 2012 hat mit dem hypothetischen Flugzeugabsturz ein umfassendes Brandszenario analysiert und gezeigt, dass ein kompletter Kühlmittelverlust am FR MZ nicht zur Gefährdung von Schutzziele führt.

Dass Erdbeben, die die Infrastruktur für Feuerwehr und Rettungskräfte, sowie die Gebäudestandfestigkeit gefährden könnten, an der geographischen Lage des FR MZ praktisch ausgeschlossen sind, ist ein Standortvorteil, der am FR MZ zusätzlich zum Tragen kommt.

### FRM II

Aufgrund der Gegebenheiten muss eine Unzugänglichkeit von Gebäuden oder Gebäudeteilen des FRM II nicht unterstellt werden. Alle relevanten Gebäude einschließlich der Feuerwehrgebäude selbst sind hinreichend stabil gegenüber Erdbeben. Entsprechende Untersuchungen wurden im Rahmen der Bewertungen nach den Reaktorunfällen von Fukushima Dai-ichi (als RSK SÜ bezeichnet) durchgeführt. Türen sind so ausgeführt, dass sie entweder erdbebensicher sind oder so leicht gebaut, dass die Feuerwehr sie mit eigenen Mitteln auch im verklemmten Zustand öffnen kann.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Für den Fall eingeschränkter Zugangsmöglichkeiten für den abwehrenden Brandschutz in den Gebäuden oder auf dem Gelände der BFL, z. B. durch Baumaßnahmen oder größere Instandhaltungsmaßnahmen in den Gebäuden selbst, sind in der Regel mehrere Zugänge in die Gebäude vorhanden, so dass sowohl den Anforderungen an die Flucht- und Rettungswege als auch Angriffswege für die aktive Brandbekämpfung vorhanden sind. Im Betriebshandbuch der BFL sind Anforderungen festgelegt, die in den oben genannten Fällen zu beachten sind.

### UAG

Die Einhaltung der kerntechnischen Schutzziele basiert bei der UAG wesentlich auf den baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen. Gleichwohl ist der abwehrende Brandschutz durch die Vorhaltung einer Werkfeuerwehr unabhängig vom Zugang externer Feuerwehrräfte zum Anlagengelände gegeben. Für den Fall eingeschränkter Zugänglichkeit auf dem Anlagengelände selbst sind mehrere Zugänge in die Gebäude vorhanden, sodass sowohl Flucht- und Rettungswege als auch Angriffswege für die Werkfeuerwehr stets verfügbar sind.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Die Einhaltung der kerntechnischen Schutzziele basiert in den Brennelemente- und Abfall-Zwischenlagern wesentlich auf den baulichen und anlagentechnischen Brandschutzmaßnahmen. Für den Fall eingeschränkter Zugänglichkeit auf dem Anlagengelände selbst sind mehrere Zugänge in die Gebäude vorhanden, sodass sowohl Flucht- und Rettungswege als auch Angriffswege für die Werkfeuerwehr stets verfügbar sind.

### Konditionierung radioaktiver Abfälle am Zwischenlager Nord

In den Feuerwehrplänen wird festgelegt, dass Caissons im Brandfall nur dann geöffnet werden dürfen, wenn dies für die Erreichung des Löscherfolges unumgänglich ist.

## **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

### WAK einschließlich VEK

Bei eingeschränkten Zugangsmöglichkeiten für den abwehrenden Brandschutz in den Gebäuden der WAK inkl. VEK, z. B. durch Rückbaumaßnahmen, sind mehrere Zugänge zu den Gebäuden vorhanden, so dass sowohl den Anforderungen an die Flucht- und Rettungswege als auch Angriffswege für die aktive Brandbekämpfung erfüllt werden.

### **3.3 Passiver Brandschutz**

#### **3.3.1 Verhinderung der Brandausbreitung (Barrieren)**

##### **3.3.1.1 Auslegungsansatz**

###### **Kernkraftwerke**

Die baulichen Brandschutzmaßnahmen sind so ausgelegt, dass sie den Brandwirkungen, wie in Abschnitt 2.1.3 beschrieben, ohne Verlust ihrer Brandschutzfunktion (z. B. Standsicherheit, Raumabschluss) standhalten.

Die einzelnen baulichen Anlagen sind durch ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile als Brandabschnitte ausgebildet oder durch ausreichende Abstände voneinander getrennt, um einer Brandausbreitung entgegenzuwirken. Jedes Gebäude stellt einen Brandabschnitt dar. Die weitere bauliche brandschutztechnische Unterteilung innerhalb der Gebäude erfolgt durch Brandbekämpfungsabschnitte), die in der Regel auch geschossweise gebildet werden. Ausnahmen sind aus systemtechnischem oder nutzungstechnischem Erfordernis zulässig /KTA 15/.

Die Brandbekämpfungsabschnitte stellen besonders zu schützende Bereiche dar, die aus betrieblichen/sicherheitstechnischen Gründen mit brandschutztechnisch klassifizierten (vgl. Anhang A3) Umfassungsbauteilen besonders abgesichert werden. Vielfach geschieht dies aus Gründen der Redundanztrennung sicherheitsrelevanter Anlagenkomponenten sowie der Abtrennung besonderer Brandlasten und geht daher über die generell einzuhaltenden grundlegenden baurechtlichen Anforderungen hinaus, als nutzungsbedingt erforderliche zusätzliche Maßnahme.

Die Anforderungen der KTA für den atomrechtlichen und für den baurechtlichen Genehmigungspfad sind dabei jedoch nur in Teilbereichen unterschiedlich, in weiten Bereichen weichen sie wenig oder gar nicht voneinander ab.

Im Reaktorgebäude bzw. im Maschinenhaus führen systemtechnische bzw. nutzungstechnische Erfordernisse zur Überschreitung der nach konventionellen Bauvorschriften grundsätzlich vorgeschriebenen Brandabschnittsgrößen. Redundante Einrichtungen des Sicherheitssystems oder redundante Notstandseinrichtungen sind grundsätzlich durch ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile so zu trennen, dass die in Abschnitt 2.1.1 genannten Anforderungen eingehalten werden. Durch Kompensationsmaßnahmen, z. B. durch:

- Abstandstrennung,
- Kapselung bzw. Bildung von Brandbekämpfungsabschnitten für besondere Bereiche (diese sind in KTA 2101.2, Abschnitt 5.2 aufgeführt),
- Kabelsysteme mit Funktionserhalt,
- zusätzliche anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen oder
- einer Kombination dieser Maßnahmen,

ist der erforderliche Brandschutz jedoch sichergestellt.

Für die Bildung von Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten werden entsprechend den baurechtlichen Anforderungen nur Bauteile bzw. Bauprodukte eingesetzt, deren Verwendbarkeit nachgewiesen wurde. Hinsichtlich des Brandverhaltens von Baustoffen und der Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen werden die DIN 4102 sowie sukzessive europäisch harmonisierte Normen (vgl. Anhang A3) berücksichtigt.

Sind zusätzliche Anforderungen bei der Auslegung zu berücksichtigen (z. B. Strahlenschutzanforderungen, Gasdichtheit, reduzierte Temperaturerhöhung auf der brandabgewandten Seite), so sind diese bei der Ermittlung des Feuerwiderstands der Bauteile zugrunde gelegt. Die baurechtlich eingeführten Prüfrichtlinien und Prüfkriterien sind unter den vorgenannten Bedingungen analog angewendet.

Wenn kernkraftwerksspezifische Anforderungen bestehen, die über die bauaufsichtlichen Anforderungen hinausgehen, können Nachweise entsprechend der KTA 2101.2 /KTA 15a/ rechnerisch, experimentell, durch Analogie- oder Plausibilitätsbetrachtungen geführt werden. Die KTA 2101.2 gibt ebenso ein kernkraftwerksspezifisches vereinfachtes Verfahren zur Ermittlung der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer von baulichen Brandschutzmaßnahmen im Anhang A an.

Für die praktische Auslegung hat es sich jedoch bewährt eine einheitliche Feuerwiderstandsdauer festzulegen. So sind alle baulichen Brandschutzmaßnahmen in der Regel feuerbeständig ausgelegt. Dieses vereinfacht das Brandschutzkonzept durch eine einheitliche Vorgabe. Eine detaillierte Analyse von Brandlasten zur Minimierung von Feuerwiderstandsdauern erfolgt damit nicht. Sind erhöhte Brandlasten vorhanden, so wird zusätzlich eine Löschanlage (siehe Abschnitt 3.2.2) installiert, oder es werden andere kompensatorische Maßnahmen getroffen.

Wie in Abschnitt 2.1.1 bereits beschrieben, werden Ereigniskombination eines Brandes mit einem anderen Ereignis in Anhängigkeit von der Kausalität, der Wahrscheinlichkeit und des Schadensmaßes unterstellt. So sind diejenigen baulichen Brandschutzmaßnahmen, deren Brandschutzfunktion auch nach einem Erdbeben sichergestellt sein muss, für die nach KTA 2201.1 /KTA 11/ ermittelten Erdbebeneinwirkungen ausgelegt, sofern die Intensität des Bemessungserdbebens größer als VI (EMS-98) ist. Nachweise für Brand und Erdbeben werden unabhängig voneinander geführt.

Im Rückbau, spätestens bei Brennelementfreiheit, entfällt die Anforderung an eine Redundanztrennung. Insoweit können Brandbekämpfungsabschnitte, die der Trennung von Redundanzen gedient haben, aufgelöst werden. Die Flucht- und Rettungswege bleiben anforderungsgerecht erhalten.

Brandabschnitte können dann zusammengelegt werden, wenn sich daraus keine unzulässig hohen Brandrisiken ergeben. Das wird insbesondere dann der Fall sein, wenn die Brandlasten in diesen Brandabschnitten durch Rückbau von Anlagenteilen und Einrichtungen hinreichend gering geworden sind, dass die Brandgefahr als solche in jedem der zusammenzulegenden Brandabschnitte nur noch gering ist.

Bei der Anordnung der Gebäude werden neben betriebstechnischen Anforderungen die Erfordernisse

- der brandschutztechnischen Trennung durch Gebäudeabstände,
- der schnellen und sicheren Rettung von Personen im Brandfall und
- des Zuganges für die Brandbekämpfung

berücksichtigt. Dabei gelten grundsätzlich die Anforderungen der DIN 14090 sowie die der KTA 2101.2 /KTA 15a/, Abschnitt 4.2 bis 4.5.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Der Gebäudekomplex gliedert sich in verschiedene Brandabschnitte, die durch mindestens feuerbeständige Brandwände und feuerhemmende Brandschutztüren voneinander getrennt sind. Die Brandschutztüren sind entweder ständig geschlossen oder schließen im Brandfall ausgelöst durch eigene Rauchmelder, alternativ bei Stromausfall, selbsttätig. Aufgrund der inhärenten Sicherheit des Reaktorbrennstoffs, der automatischen Abschaltung durch Einfallen der Steuerstäbe im Falle eines Stromausfalls und der nicht notwendigen Nachkühlung wurde auf eine bauliche Trennung der redundant ausgeführten Kühlkreispumpen verzichtet, die im Reaktormaschinenraum untergebracht sind. Der Reaktormaschinenraum ist allerdings durch eine feuerbeständige Tür von der Reaktorhalle getrennt.

### FRM II

Die dritte Barriere im Rahmen des gestaffelten Sicherheitskonzepts ist die Verhinderung der Ausbreitung von Bränden und damit die Minimierung ihrer Auswirkungen auf wesentliche Anlagenfunktionen.

Die Ausbreitung von Bränden wird durch feuerbeständig ausgeführte Brandabschnitte und Brandbekämpfungsabschnitte verhindert. Erforderliche Kabel-, Rohr- und Lüftungsdurchführungen sind entsprechend geschottet bzw. mit automatisch auslösenden Brandschutzklappen (Schmelzlot, Motor) ausgestattet. Zugänge sind feuerbeständig ausgeführt. Die Klappen können zusätzlich manuell von der Schaltwarte aus bedient werden. Alternativ sind Lüftungskanäle, die Brandabschnitte durchqueren, vollständig feuerbeständig eingehaust. Die zur Einhaltung der Schutzziele erforderlichen Redundanzen sind in verschiedenen Brandabschnitten untergebracht, ebenso die erforderliche Dokumentation. Brandabschnitte sind durch Betonwände von mindestens 20 cm Stärke bzw. Mauerwerk von mindestens 24 cm Stärke gesichert. Brandschutzklappen und Türen werden gemäß Prüflisten regelmäßig wiederkehrend geprüft (in der Regel mindestens jährlich). Der bauliche Allgemeinzustand wird regelmäßig in Begehungen des Sachverständigen nach § 20 AtG /ATG 22/ und die Feuerbesuchen der Stadt Garching bewertet.

Eine wesentliche Eigenschaft zum Einhalten der Schutzziele ist die Anordnung von Komponenten unter Wasser (z. B. Abschaltstäbe) bzw. deren fail-safe Verhalten bei Brandereignissen (Auslösung von RESA).

Bauliche Brandschutzmaßnahmen, wie z. B. die Bildung von Brandabschnitten oder Brandbekämpfungsabschnitten, werden gegenüber den anlagentechnischen Maßnahmen vorrangig umgesetzt. Zur Verhinderung der Brandausbreitung sind die Gebäude in Brand- und Brandbekämpfungsabschnitte mindestens feuerbeständig unterteilt. Dies ist durch zugelassene Baustoffe, entsprechende Schottungen und langfristig auch durch wiederkehrende Prüfungen sichergestellt.

Die baulichen Brandschutzmaßnahmen sind so ausgelegt, dass sie den Brandwirkungen ohne Verlust ihrer Brandschutzfunktion (z. B. Standsicherheit, Raumabschluss) standhalten.

Die einzelnen baulichen Anlagen sind durch ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile als Brandabschnitte ausgebildet oder durch ausreichende Abstände voneinander getrennt, um einer Brandausbreitung entgegenzuwirken. Jedes Gebäude stellt einen Brandabschnitt dar, weitere Brandabschnitte gibt es innerhalb der Gebäude. Die weitere bauliche brandschutztechnische Unterteilung innerhalb der Gebäude erfolgt durch Brandbekämpfungsabschnitte, die i. d. R. auch geschossweise gebildet werden. Ausnahmen sind aus systemtechnischem oder nutzungstechnischem Erfordernis zulässig /KTA 15/. Die Brandbekämpfungsabschnitte stellen besonders zu schützende Bereiche dar, die aus betrieblichen/sicherheitstechnischen Gründen mit brandschutztechnisch klassifizierten Umfassungsbauteilen besonders abgesichert werden. Vielfach geschieht dies aus Gründen der Redundanztrennung sicherheitsrelevanter Anlagenkomponenten sowie der Abtrennung besonderer Brandlasten und geht daher über die generell einzuhaltenden grundlegenden baurechtlichen Anforderungen hinaus, als nutzungsbedingt erforderliche zusätzliche Maßnahme.

Im Reaktorgebäude können systemtechnische bzw. nutzungstechnische Erfordernisse zur Überschreitung der nach konventionellen Bauvorschriften grundsätzlich vorgeschriebenen Brandabschnittsgrößen führen. Redundante Einrichtungen von sicherheitstechnischer Bedeutung sind grundsätzlich durch ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile so getrennt, dass die in Abschnitt 2.1.1 genannten Anforderungen eingehalten werden. Durch Kompensationsmaßnahmen, wie

- Abstandstrennung,
- Kapselung bzw. Bildung von Brandbekämpfungsabschnitten für besondere Bereiche,
- Kabelsysteme mit Funktionserhalt,
- zusätzliche anlagentechnische Brandschutzmaßnahmen (z. B. Sprühflut- oder Sprinkleranlagen) oder
- eine Kombination dieser Maßnahmen,

ist der erforderliche Brandschutz jedoch sichergestellt.

Für die Bildung von Brandabschnitten bzw. Brandbekämpfungsabschnitten werden entsprechend den baurechtlichen Anforderungen nur Bauteile bzw. Bauprodukte eingesetzt, deren Verwendbarkeit nachgewiesen wurde. Hinsichtlich des Brandverhaltens von Baustoffen und der Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen wird die DIN 4102 berücksichtigt.

Sind zusätzliche Anforderungen bei der Auslegung zu berücksichtigen (z. B. Strahlenschutzanforderungen), so sind diese bei der Ermittlung des Feuerwiderstands der Bauteile zugrunde gelegt. Die baurechtlich eingeführten Prüfrichtlinien und Prüfkriterien sind unter den vorgenannten Bedingungen analog angewendet.

Für die praktische Auslegung hat es sich jedoch bewährt eine einheitliche Feuerwiderstandsdauer festzulegen. So sind alle baulichen Brandschutzmaßnahmen in der Regel feuerbeständig ausgelegt. Dieses vereinfacht das Brandschutzkonzept durch eine einheitliche Vorgabe. Eine detaillierte Analyse von Brandlasten zur Minimierung von Feuerwiderstandsdauern erfolgt damit nicht. Sind erhöhte Brandlasten vorhanden, so wird zusätzlich eine Löschanlage installiert, oder es werden andere kompensatorische Maßnahmen getroffen.

Bei der Anordnung der Gebäude werden neben betriebstechnischen Anforderungen die Erfordernisse

- der brandschutztechnischen Trennung durch Gebäudeabstände,
- der schnellen und sicheren Rettung von Personen im Brandfall und
- des Zuganges für die Brandbekämpfung

berücksichtigt. Dabei gelten grundsätzlich die Anforderungen der DIN 14090 sowie die der KTA 2101.2 /KTA 15a/, Abschnitt 4.2 bis 4.5.

Zur Personenrettung betragen die Fluchtweglängen zum nächsten gesicherten Bereich nicht mehr als 35 m, an ungünstigen Orten stehen zusätzlich Fluchthauben zur Verfügung. Fluchtwege sind ausreichend dimensioniert (in der Regel mindestens 1,2 m breit) und, so weit erforderlich, vor Auswirkungen von Bränden (z. B. Abtropfen überhitzter Kabelisolation) geschützt.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Wesentliche Grundlage der BFL zum Brandschutz ist die Schutzfunktion der Gebäude bzw. einzelner Gebäudeteile, z. B. durch die Verwendung nicht brennbarer Baustoffe, die brandschutztechnische Trennung von Bereichen und die Auslegung der Lüftungsanlage, wodurch die Ausbreitung eines Brandes begrenzt wird. Dies entspricht auch den Anforderungen aus den Genehmigungen der BFL und der geltenden Landesbauordnung für den Brandschutz eines Gebäudes.

Die Brandausbreitung wird durch Einhaltung der geltenden nationalen und bundesländerspezifischen Vorschriften und Regelwerken, wie z. B. Landesbauordnung, Industriebaurichtlinie, Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen und des darin aufgeführten Regelwerks, verhindert.

Die Beurteilung der Feuerwiderstandsklassen der in der BFL verwendeten Bauteile erfolgt sowohl nach DIN 4102 als auch nach der europäischen Klassifizierung DIN EN 13501.

Durch die Fortschreibung der vorhandenen Brandschutzkonzepte werden aktuelle Regelwerksentwicklungen berücksichtigt.

#### UAG

Bei den Gebäuden der UAG handelt es sich um Gebäude besonderer Nutzung sowie gemäß der Landesbauordnung um Gebäude geringer Höhe. Darüber hinaus handelt es sich um Sonderbauten gemäß der geltenden Landesbauordnung.

Es wurde in der Genehmigung UAG festgeschrieben, dass beitragenden Bauteilen ausschließlich nicht brennbare Baustoffe der Baustoffklasse A (nach DIN 4102) Verwendung finden. Zu brandschutztechnischen Trennungen innerhalb der Gebäude wurden räumliche und bauliche Brandabschnittstrennungen gebildet.

Durch die Bildung verschiedener Brandabschnitte innerhalb der Gebäude, die durch Brandschutzwände und Brandschutztüren nach DIN 4102 feuerbeständig abgetrennt sind, wird eine Brandausbreitung verhindert. Eine weitere bauliche, brandschutztechnische Unterteilung innerhalb der Brandabschnitte erfolgt durch Brandbekämpfungsabschnitte.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Eine Brandausbreitung wird in den Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle durch die Einhaltung der geltenden nationalen und bundesländerspezifischen Vorschriften und Gesetze sowie technischen Regelwerken und des darin aufgeführten Regelwerks verhindert.

Wesentliche Grundlage der Brennelemente- und Abfall-Zwischenlager hinsichtlich des Brandschutzes ist die Schutzfunktion der Gebäude bzw. einzelner Gebäudeteile, z. B. durch die Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe, die brandschutztechnische Trennung von Bereichen und die Auslegung der Lüftungsanlage (sofern vorhanden), wodurch die Ausbreitung eines Brandes begrenzt wird.

Die tragenden und aussteifenden Bauteile der Gebäude des Zwischenlagers sind gemäß der geltenden Landesbauordnungen mindestens feuerbeständig ausgeführt. Das genehmigte, erdgeschossige Lagergebäude sowie das Haupttragwerk des Daches sind gemäß Industriebaurichtlinie ebenfalls feuerbeständig ausgeführt.

Im Brandschutzkonzept werden die aktuellen Regelwerksanforderungen berücksichtigt.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Die baulichen Brandschutzmaßnahmen der WAK einschließlich der VEK sind so ausgelegt, dass sie den Brandwirkungen ohne Verlust ihrer Brandschutzfunktion standhalten.

Die einzelnen baulichen Anlagen sind durch ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile als Brandabschnitte ausgebildet oder durch ausreichende Abstände voneinander getrennt, um einer Brandausbreitung entgegenzuwirken.

Alle tragenden Bauteile der VEK wurden unter Verwendung von Materialien der Baustoffklasse A1 gemäß DIN 4102 (nicht brennbar) hergestellt. Das Gebäude wurde aus Beton mit Bewehrung errichtet. Bühnen und Podeste wurden aus Beton oder aus Stahlkonstruktionen erstellt. Darüber hinaus wurden alle Stahlbetonteile feuerbeständig ausgeführt.

Die Türen und Tore sind überwiegend aus Stahl gefertigt. In einigen Fällen, insbesondere bei Strahlenschutz Türen, wird innerhalb der Türen auch Abschirmmaterial verwendet.

In den Zellen und Bereichen, in denen Bodenauskleidungen bzw. Wannen erforderlich sind, sind diese aus Edelstahl gefertigt.

Freiliegende Dehnfugen sind mit nicht brennbaren Materialien verschlossen.



### 3.3.1.2 Beschreibung von Brand(-bekämpfungs-)abschnitten bzw. „Fire Cells“ sowie deren wesentlichen Merkmalen

#### Kernkraftwerke

Wände, die Brandabschnitte gegen anschließende Gebäude oder Gebäudeteile abgrenzen, sind grundsätzlich durchgehende Brandwände. Statt durchgehender Brandwände können gegeneinander versetzte Wände, die ausreichend feuerwiderstandsfähig, mindestens jedoch feuerbeständig sind und aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen, vorhanden sein, wenn die Nutzung des Gebäudes dies erfordert (z. B. Kontrollbereich innerhalb eines SWR-Schaltanlagegebäudes).

Diese Wände sind grundsätzlich in Verbindung mit öffnungslosen Decken mindestens mit dem gleichen Feuerwiderstand herzustellen. Sofern Öffnungen in diesen Decken systemtechnisch erforderlich sind, sind diese wie Öffnungen in Brandwänden verschlossen.

Zu den Abschlüssen von Öffnungen in Umfassungsbauteilen gehören u. a.:

- Feuerschutzabschlüsse (Feuerschutztüren, -tore, -klappen),
- Fenster,
- Brandschutzklappen,
- Kabelabschottungen,
- Rohrabschottungen und
- Fugenverschlüsse.

Die Feuerwiderstandsdauer der Abschlüsse von Öffnungen ist grundsätzlich gleich der erforderlichen Feuerwiderstandsdauer der Umfassungsbauteile. Bei Rohrdurchführungen ist die Funktion der Abschottung sowohl im Brandfall als auch bei Beanspruchung des bestimmungsgemäßen Betriebs sichergestellt.

Durchführungen von Leitungsanlagen sowie Öffnungen in Umfassungsbauteilen zwischen Brandabschnitten und Brandbekämpfungsabschnitten sind grundsätzlich ausreichend feuerwiderstandsfähig abgeschottet. Es ist zulässig, Öffnungen erst im Brandfall selbsttätig zu verschließen oder Verschlüsse für die Zeitdauer des Druckausgleichs zu öffnen. Falls aufgrund systemtechnischer oder nutzungstechnischer Erfordernisse (z. B. Druckausgleichsöffnungen) Abschottungen nicht ausführbar sind, werden zur Erreichung eines gleichwertigen Schutzzustandes zusätzliche anlagentechnische oder abwehrende Brandschutzmaßnahmen vorgesehen.

Bei Kabeldurchführungen, deren Brandschutzfunktion nach Erdbeben nachzuweisen ist, sind die Relativverformungen an der Kabelabschottung in Richtung der Kabeldurchführung als Folge der dynamischen Beanspruchungen bei Erdbeben durch konstruktive Maßnahmen (z. B. Festpunktanordnung) auf ein Maß begrenzt, bei dem die Feuerwiderstandsdauer der Abschottung nicht unzulässig eingeschränkt wird.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Grundsätzlich definieren die Gebäudegrenzen zwischen Altbau, Reaktorhalle und Erweiterungsbau eigene Brandabschnitte (siehe Abb. 2-1). Im Altbau gibt es zusätzlich eine Unterteilung in sechs Brandbekämpfungsabschnitte durch feuerbeständige Wände und Türen entlang der vertikalen Halbierenden des Gebäudes und der beiden Geschossdecken. Ebenso bildet der Reaktorhallenanbau mit dem Treppenhaus und den dort befindlichen Labor- und Lagerräumen einen weiteren Brandabschnitt. Angrenzende Brandabschnitte sind mit Brandschutztüren mit durch Rauchdetektoren automatisch auslösender Schließfunktion ausgestattet. Die Wände zu angrenzenden Gebäuden (Reaktorhalle zum Altbau, Altbau zum Erweiterungsbau) sind als Gebäudeabschlusswände im Sinne der Landesbauordnung ausgeführt. Der biologische Schild des Reaktorkerns bildet aufgrund der Betonwand von 2,3 m Dicke und der Höhe von über 6 m ebenfalls eine wirksame Barriere gegen die Einwirkung von Feuer und kann daher als Brandschutzwand mit dem Schutzziel des Einschlusses des radioaktiven Inventars betrachtet werden.

### FRM II

Die zum Erhalt der Schutzziele erforderlichen Funktionen werden in allen Anlagenbetriebszuständen sichergestellt durch die brandschutztechnische Redundanztrennung. Brandabschnitte sind allseitig feuerbeständig oder besser ausgeführt. Das gilt auch für alle Arten von Durchführungen (Brandschutzklappen, Kabel- und Rohrschotts, Türen). Wenn nicht anders möglich, wird in Ausnahmefällen von der Abstandstrennung Gebrauch gemacht. Zusätzlich sind Brandbekämpfungseinrichtungen in erforderlichem Umfang vorhanden. In besonders sensiblen Bereichen (z. B. erhöhte Brandlast, Lager für brennbare radioaktive Abfälle) schließt dies automatisch ausgelöste Sprinkleranlagen und manuell ausgelöste Sprühflutanlagen ein.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Die bei der BFL ausgebildeten Brandunterabschnitte sind entsprechend den baulichen Anforderungen an die Feuerbeständigkeit der Wände und Decken ausgeführt. Notwendige Durchführungen (Brandschutzklappen, Kabel-, Rohrschottungen, Türen, Tore) erfüllen ebenfalls diese Anforderungen. Die ausgebildeten Brandunterabschnitte sind nach dem anzuwendenden Bauordnungsrecht (Landesbauordnung, MIndBauRL etc.) ausgeführt.

Diese baulichen Maßnahmen dienen im Zusammenwirken mit der Brandmeldeanlage zur lokalen Erkennung, Eindämmung und Bekämpfung von Bränden und damit zur Sicherstellung, dass Brände lokal unter Berücksichtigung der kerntechnischen Schutzziele, sowie dem Schutz von Personen beherrscht werden.

### UAG

Die Brandabschnitte in der UAG sind bis auf wenige Räume mit geringen Brandlasten mit einer automatischen Brandmeldeanlage ausgestattet. Die baulichen Anforderungen an die Wände und Decken sind durch allseitig feuerbeständige Herstellung gesichert. Eine Brandausbreitung wird durch den Einsatz von Brandschutzklappen, Schottungssysteme für Rohr- und Kabelleitungen,

Brandschutztüren und Tore verhindert. Diese notwendigen Durchführungen durch bauliche Abtrennungen (Wände und Decken) werden ebenfalls in der gleichen Feuerwiderstandsklasse verbaut.

Die Brandabschnitte sind nach der Industriebaurichtlinie in die Sicherheitskategorie K3.2 ein klassifiziert.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an den Standorten kerntechnischer Anlagen**

#### Zwischenlagerung am Standort Biblis

Die bei den Brennelemente- und Abfall-Zwischenlagern ausgebildeten und im Betriebshandbuch aufgeführten Brandbekämpfungsabschnitte dienen im Zusammenwirken mit der Brandmeldeanlage zur lokalen Erkennung, Eindämmung und Bekämpfung von Bränden und damit zur Sicherstellung, dass Brände lokal unter Berücksichtigung der kerntechnischen Schutzziele sowie des Schutzes von Personen beherrscht werden.

Die ausgebildeten Brandunterabschnitte sind nach dem jeweiligen anzuwendenden Landesbauordnungsrecht ausgeführt.

Wesentliches Element des baulichen Brandschutzes ist die Bildung von Brandabschnitten. Ziel dieser Maßnahme ist es, einen möglichen Brand einzugrenzen, diesen räumlich überschaubar zu halten und den Löschmaßnahmen einen zeitlichen Rahmen zur Vorbereitung zu geben. Durchführungen durch unterschiedliche Brandabschnitte und von den Fluren in die Technikräume sind mit bauaufsichtlich zugelassenen Abschottungssystemen versehen. Die Ausführung der Flucht- und Rettungswege erfolgt entsprechend den nationalen Richtlinien.

Die brandschutztechnischen Anforderungen, die an das Gebäude zu stellen sind, sind in der Landesbauordnung, den Arbeitsstättenverordnungen und -richtlinien des Bundes, der Industriebaurichtlinie sowie der ESK-Leitlinie für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern festgelegt.

Innerhalb von Gebäuden sind grundsätzlich Brandabschnitte mit Abmessungen von höchstens 40 m x 40 m zu bilden. Bedingt durch die betriebliche Anforderung kann von diesen Anforderungen abgewichen werden. Abweichungen sind nur mit Zustimmung der zuständigen Aufsichtsbehörde zulässig.

#### Zwischenlagerung am Zwischenlager Nord

Das ZLN ist in 15 Brandabschnitte unterteilt, welche im Brandschutzkonzept beschrieben werden. Größere Brandabschnitte unterteilen sich in weitere feuerbeständig abgetrennte Bereiche (FAB). Ein Brandabschnitt überschreitet die zulässige Brandabschnittsgröße. Das im Bestand vorhandene Gebäude mit den vorhandenen Brandabschnitten ist genehmigt. Als Kompensationsmaßnahme wurde der Brandabschnitt in feuerbeständig abgetrennte Bereiche unterteilt. Die Ermittlung und Begrenzung der Brandlasten wird für diesen Bereich im Brandschutzkonzept gesondert behandelt.

Die äußeren Begrenzungen (Wände, Decken und Türen) der Brandabschnitte sind feuerbeständig ausgeführt. Die Wände erfüllen die Forderungen hinsichtlich der Standsicherheit (Brandwände). Tragende Bauteile sind mindestens feuerbeständig und aus nichtbrennbaren Baustoffen ausgeführt.

Türen, Tore und Verglasungen in Begrenzungen von feuerbeständig abgetrennten Bereichen sind mindestens feuerhemmend ausgebildet. Durchführungen von Rohren, Kabeln oder Lüftungskanälen (einschließlich Brandschutzklappen) durch Begrenzungen von Brandabschnitten bzw. feuerbeständig abgetrennten Bereichen sind ebenfalls feuerbeständig ausgeführt.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Der Rohbau des Prozessgebäudes der WAK wurde in Stahlbetonbauweise und die Ausfachung in Ziegelmauerwerk ausgeführt. Diese Bauweise entsprach den damals geltenden Regelwerken. Die brandschutztechnische Abschottung der Nutzungseinheiten ist aufgehoben. Damit sind zwar die Brandabschnitte entfallen; da aber gleichzeitig die Brandlast und das Gefahrenpotenzial durch die Rückbauarbeiten deutlich verringert wurden, ist die Aufhebung unproblematisch. Die Unterteilung der Gebäude in Brandbekämpfungsabschnitte ist in der Brandschutzordnung festgelegt. Die Begrenzung der Brandbekämpfungsabschnitte bilden feuerbeständige Wände. Verschlüsse von Öffnungen wie Türen, Rohr- und Kabelabschottungen erfolgen ebenfalls mittels feuerbeständiger Bauteile.

Das Gebäude der VEK ist in Brandbekämpfungsabschnitte unterteilt. Die Begrenzung der Brandbekämpfungsabschnitte bilden feuerbeständige Wände. Verschlüsse von Öffnungen sind mit feuerbeständigen Bauteilen ausgeführt. Die Ausbildung von Durchführungen von Rohren und Kabeln sowie die Ausführung von Türen durch brandabschnittsbegrenzende Bauteile erfolgte ebenfalls feuerbeständig. Alle passiven Brandschutzeinrichtungen haben eine sicherheitstechnische Bedeutung und werden regelmäßig wiederkehrend geprüft.

### **3.3.1.3 Gewährleistung von deren Ausführung über die Lebensdauer der Anlage**

#### **Kernkraftwerke**

Durch Verwendung von Bauprodukten mit Verwendbarkeitsnachweisen ist über diesen bereits die ausreichende Lebensdauer mit geprüft und wird durch die sachgerechte Anwendung sichergestellt. Wiederkehrende Prüfungen an brandschutztechnischen Komponenten, wie z. B. Feuerschutzabschlüssen, Brandschutzklappen, werden in Übereinstimmung mit der KTA 2101.1 /KTA 15/ oder den technischen Anforderungen entsprechend den Verwendbarkeitsnachweisen oder der technischen Prüfverordnung durchgeführt.

**Tabelle 3-1** Prüfgegenstände und Prüfintervalle für WKP nach KTA 2101.1 /KTA 15/  
(Seiten 15 – 17, Tabelle 7-2)

Nr.	Prüfgegenstand	Prüfungsart	Prüfintervall Genehmigungs- inhaber	Bemerkungen
1	Raumabschließende Bauteile mit Brandschutzanforderungen			
1.1	Kabelabschottungen	S	2 a	Prüfumfang darf zeitlich aufgeteilt werden
1.2	Rohrabschottungen	S	2 a	Prüfumfang darf zeitlich aufgeteilt werden
1.3	Feuerschutzabschlüsse (z. B. Türen, Luken)	F	1 a	
2	Brandschutzmaßnahmen an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen			
2.1	Besondere Maßnahmen zur Redundanztrennung (z. B. Kapselung, Anstrichsysteme, Hitzeschutz)	S	2 a	
2.2	Maßnahmen zur Reduzierung der Brandgefahr an Komponenten (z. B. Ölwannen, Spritzschutz, Kabelschutz)	S	2 a	
2.3	Kabelanlagen mit integriertem Funktionserhalt	S	2 a	
3	Rauchabzugseinrichtungen, ausgenommen maschinelle Rauchabzüge	F	6 m	
4	Brandmeldeanlagen			
4.1	Melder	F	1 a	
4.2	Übertragungswege	F	3 m	Abweichungen nach DIN VDE 0833-1 sind zulässig
4.3	Brandmelderzentrale, einschließlich Energieversorgung	F	3 m	
4.4	Ansteuereinrichtung			
	a) zur Weiterleitung der Meldungen zur Warte und zur Aufbereitung von Meldungen	F	6 m	
	b) zur automatischen Auslösung von Brand- schutzeinrichtungen	F	6 m	
	c) für die Übertragungseinrichtung von Brand- meldungen zu externen Stellen	F	6 m	
4.5	Feststellanlagen für Feuerschutzabschlüsse	F	1 m	
5	Brandschutzmaßnahmen bei Lüftungsanlagen			
5.1	Lüftungstechnische Anlagen mit Funktion im Brandfall, einschließlich der für die Funktion erforderlichen Klappen, der zugehörigen Steuerung und Signalisierungen			
	a) maschinelle Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung	F	1 a	
	b) Lüftungstechnische Anlagen zur Vermeidung der Verrauchung von notwendigen Treppenträumen und Schleusenträumen	F	1 a	
5.2	Brandschutzklappen, Entrauchungsklappen, einschließlich Steuer- und Signalisierungseinrichtungen	F	1 a	
5.3	Feuerwiderstandsfähige Lüftungs- und Entrauchungsleitungen (außer Betonkanäle)	S	1 a	
6	Löschwasserversorgung			
6.1	Ansteuerung und Energieversorgung der Einrichtungen nach 6.2	F	1 w	

Nr.	Prüfgegenstand	Prüfungsart	Prüfintervall Genehmigungs- inhaber	Bemerkungen
6.2	Feuerlöschpumpen einschließlich Druckhalte- und Nachspeiseeinrichtungen	F	1 m	
6.3	Druckbehälter	gemäß BetrSichV		
6.4	Rohrleitungsnetz bezüglich Förderleistung	F	2 a	
6.5	Armaturen im Rohrleitungsnetz	F	1 a	
6.6	Gebäudeabsperr- und Durchdringungsarmaturen	F	1 m	
6.7	Hydranten auf dem Anlagengelände	F	1 a	
6.8	Wandhydranten	F	1 a	einschließlich Fließdruckmessung an der höchsten Stelle
7	Sprühwasser-Löschanlagen			
7.1	Fernschaltventile (auch pneumatische oder hydraulische)	F	6 m	
7.2	Rohrmetze und Sprühdüsen	S	1 a	
7.3	Rohrmetze und Sprühdüsen wahlweise Wasser/Druckluft	F	5 a	
7.4	Ansteuerung / Meldung	F	6 m	
8	Sprinkleranlagen			
8.1	Trockenalarmventilstation, Schnellöffner, Schnellentlüfter	F	6 m	
8.2	Rohrmetze und Sprinkler	S	6 m	
8.3	Ansteuerung / Meldung	F	6 m	
9	Schaum-Löschanlagen			
9.1	Gesamtanlage, einschließlich Verplombung der Zumischereinrichtung	S	1 m	
9.2	Anregersystem	F	6 m	
9.3	Ansteuerung / Meldung	F	1 m	
10	Gas-Löschanlagen			
10.1	Gesamtanlage	F	6 m	
10.2	Auslöse- und Alarmsystem	F	6 m	
10.3	Druckbehälter	gemäß BetrSichV		
11	Mobile Löschgeräte in baulichen Anlagen	S	1 a	gegebenenfalls zusätzliche Prüfungen gemäß BetrSichV

Nr.	Prüfgegenstand	Prüfungsart	Prüfintervall Genehmigungs- inhaber	Bemerkungen
12	Transportable Ausrüstungen der Feuerwehr in baulichen Anlagen	S	1 a	gegebenenfalls zusätzliche Prüfungen gemäß BetrSichV
13	Kennzeichnung und Nutzbarkeit der Rettungswege	S	1 a	
14	Brandschutzbegehung	S	zum Ende der Revision	
15	Überprüfung des Brandschutzkonzeptes auf Aktualität	S	4 a	
F	Funktionsprüfung (einschließlich Sichtprüfung)			
S	Sichtprüfung (Vergleich des Ist-Zustandes mit dem Soll-Zustand, Prüfung auf Unversehrtheit, Kontrolle örtlicher Messstellen)			
w	Woche(n) Prüfungsabstand			
m	Monat(e) Prüfungsabstand			
a	Jahr(e) Prüfungsabstand; abweichend: in nicht zugänglichen Bereichen beim Brennelementwechsel			

Ein nicht anforderungsgerechtes Verhalten brandschutztechnischer Maßnahmen in einem Kernkraftwerk stellt ein meldepflichtiges Ereignis dar. Es wird analysiert, sicherheitstechnisch bewertet und Mängel werden behoben. Außerdem kann die Analyse und Bewertung zur Erstellung einer Weiterleitungsnachricht (vgl. Anhang A2) führen. Im Rückbau werden die KTA-Regeln schutzzielorientiert angewendet. Durch die Abnahme des nuklearen Gefährdungspotenzials (keine relevanten Freisetzen im Brandfall) können die wiederkehrenden Prüfungen nach konventionellem Regelwerk (wie der technischen Prüfverordnung) durchgeführt werden. Im Wesentlichen reduziert sich der Prüfumfang des atomrechtlich beauftragten Sachverständigen. Bereits entsprechend konventionellem Regelwerk wird eine hohe Verfügbarkeit der geprüften brandschutztechnischen Einrichtungen gewährleistet.

### Forschungsreaktoren

Die Anwendung der vorgenannten KTA-Regel KTA 2101.1 /KTA 15/ in Bezug auf wiederkehrende Prüfungen erfolgt sinngemäß entsprechend dem Gefahrenpotenzial des jeweiligen Forschungsreaktors.

### FR MZ

Die wiederkehrenden Prüfungen an den brandschutztechnischen Einrichtungen sind im Prüfhandbuch des FR MZ geregelt, welches in Anlehnung an die KTA 1202 /KTA 17/ erstellt und mit der Aufsichtsbehörde abgestimmt wurde.

Die Brandmeldeanlage wird vierteljährlich durch die Herstellerfirma geprüft, wobei stichprobenartig eine Zufallsauswahl an Brandmeldern aus verschiedenen Meldelinien getestet wird. Hierbei wird auch die Verfügbarkeit aller Feuerwehrlaufkarten an der Brandmeldezentrale überprüft. Ein Sirenen-test findet einmal im Jahr statt. Die Brandschutzklappen werden einmal jährlich geprüft. Hier wird jede Klappe manuell ausgelöst und die Unversehrtheit in einer visuellen Überprüfung sichergestellt.

Es finden jährlich wiederkehrende Prüfungen auf Funktionsfähigkeit der automatisch schließenden Brandschutztüren statt. Mängel werden dokumentiert und durch Fachfirmen unverzüglich beseitigt. Die Brandschotts sind dokumentiert und es liegt ein Nachweis über die Eignung der verwendeten Baustoffe zur Herstellung der Schotts vor. Im Rahmen der wiederkehrenden Prüfung erfolgt gemäß

Prüfhandbuch alle drei Jahre eine Sichtkontrolle der Wände, Fußböden, Durchdringungen und Dehnungsfugen im Reaktorgebäude, in deren Verlauf Schäden an Brandschutzwänden erkannt, dokumentiert und entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden.

### FRM II

Die langfristige Gewährleistung der spezifizierten Anforderungen wird durch vorbeugende oder reaktive Instandhaltung und das Konzept der wiederkehrenden Prüfungen in Anlehnung an die KTA-Regel KTA 2101.1 /KTA 15/ sichergestellt.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

An den Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen der BFL werden wiederkehrende Prüfungen gemäß Betriebshandbuch, teilweise mit Sachverständigenbegleitung, durchgeführt.

Die Überprüfung und Wartung der Einrichtungen erfolgt hierbei größtenteils durch befähigte Personen externer Fachbetriebe.

Die Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen belegen eine hohe Zuverlässigkeit der Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen.

#### UAG

Im Betriebshandbuch sind Alterungsmanagementkonzepte für den baulichen und anlagentechnischen Brandschutz in der UAG implementiert. Die periodischen Überprüfungen ergaben keine Auffälligkeiten.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an den Standorten kerntechnischer Anlagen**

An den Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen der Brennelemente- und Abfall-Zwischenlager werden wiederkehrende Prüfungen gemäß Betriebshandbuch, teilweise mit Sachverständigenbegleitung, durchgeführt. Die Überprüfung und Wartung der Einrichtungen erfolgt hierbei größtenteils durch befähigte Personen externer Fachbetriebe.

Die Anlage wird regelmäßig unter Beachtung des Brandschutzes begangen. Hierbei wird auch auf den Zustand der brandschutztechnischen Trennungen geachtet (Bildung von Rissen, sachgemäßer Verschluss von Durchführungen, Türschließung etc.). Brandschutztüren und -tore werden in den vorgegebenen Prüfzeiträumen durch einen Sachkundigen überprüft. Art und Umfang der wiederkehrenden Prüfungen an brandschutztechnischen Einrichtungen ergeben sich aus dem Prüfhandbuch und Prüflisten. Änderungen werden über Änderungsanzeigen und gemäß Änderungsordnung umgesetzt, welche auch zu einer Prüfung durch den Brandschutzbeauftragten führen. Festgestellte Mängel werden protokolliert und umgehend behoben.



## **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

### WAK einschließlich VEK

Durch Verwendung von Bauprodukten mit Verwendbarkeitsnachweisen ist bei der WAK inkl. VEK über diese bereits die ausreichende Lebensdauer mit geprüft und wird durch die sachgerechte Anwendung sichergestellt. Wiederkehrende Prüfungen mit Sachverständigenbeteiligung an brandschutztechnischen Komponenten, werden in Übereinstimmung mit der Instandhaltungsordnung durchgeführt.

### **3.3.2 Lüftungseinrichtungen**

#### **3.3.2.1 Auslegung der Lüftungsanlage(n): Vorkehrungen zur Trennung und zum Lüftungsabschluss (sofern zutreffend)**

##### **Kernkraftwerke**

Im Hinblick auf einen Brand erfüllen Lüftungsanlagen neben den Anforderungen an die bestimmungsgemäßen Funktionen Anforderungen zur

- Verhinderung einer Rauch- und Aktivitätsverschleppung,
- Weiterbelüftung nicht betroffener Redundanzen soweit erforderlich,
- Vermeidung der Verrauchung von notwendigen Treppenträumen und Schleusenvorräumen,
- Ermöglichen einer manuellen Brandbekämpfung und
- Ableitung von Rauch und Wärme,

sofern dies zur Einhaltung der kerntechnischen und konventionellen Ziele des Brandschutzes erforderlich ist.

Nahezu alle Gebäude werden zwangsbe- und entlüftet. Die Redundanztrennung sowie die brandschutztechnische Unterteilung von Gebäuden wird auch bei der Ausbildung der Lüftungstechnischen Anlagen berücksichtigt, um eine Brandausbreitung über den betroffenen Brandabschnitt bzw. Brandbekämpfungsabschnitt hinaus zu verhindern und baulich getrennte Einrichtungen, soweit dies aus Sicherheitsgründen und Verfügbarkeitsgründen erforderlich ist, weiter zu belüften. Lüftungsanlagen sind so ausgeführt, dass bei einem Brand an einer Redundanten die Funktion der anderen redundanten Einrichtungen erhalten bleibt.

Bei der Auslegung von Lüftungstechnischen Anlagen wurden Strahlenschutzbelange (z. B. Störfallunterdruckhaltung, Vermeidung von Aktivitätsverschleppung) und die Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Sicherheitssystems oder von Notstandseinrichtungen berücksichtigt. Auch im Brandfall wird eine Rauch- und Aktivitätsverschleppung in nicht betroffene Bereiche vermieden.

Lüftungstechnische Anlagen sind so ausgelegt, dass Einrichtungen des Sicherheitssystems oder Notstandseinrichtungen nicht unzulässig beeinträchtigt und Personen durch einen Brand nicht gefährdet werden.

Die Lüftungstechnische Versorgung der Warte sowie der Notsteuerstelle wird auch bei einem Brand in einem jeweils benachbarten Brandbekämpfungsabschnitt sichergestellt. Dies gilt jedoch nicht für einen Brand in den Lüftungsanlagen zur Versorgung der Warte sowie der Notsteuerstelle. Bei einem Brand in der Lüftungsanlage kann der Weiterbetrieb der Warte sowie der Notsteuerstelle durch Handmaßnahmen sichergestellt werden.

Ein Eindringen von Rauch und heißen Brandgasen in die einzelnen baulichen Anlagen mit Einrichtungen des Sicherheitssystems oder mit Notstandssystemen über die Lüftungstechnischen Anlagen wird durch gasdichte Absperrklappen verhindert. Diese können in der Regel fernbedient von der Warte geschlossen werden. Teilweise ist auch eine automatische Auslösung über Gaswarneinrichtungen oder Kanalrauchmelder realisiert.

Eine Rauchableitung aus den baulichen Anlagen innerhalb des Kontrollbereiches ist grundsätzlich zulässig, wenn sie zur Brandbekämpfung und zur Personenrettung erforderlich ist und über die Abgabepfade des bestimmungsgemäßen Betriebes für radioaktive Stoffe möglich ist. Eine großvolumige Rauchableitung aus dem Reaktorgebäudeinnenraum ist im Hinblick auf die Beherrschung eines Kühlmittelverluststörfalls nicht durchführbar.

Aus den nachweisbar radiologisch nicht relevanten brandschutz- und Lüftungstechnisch abgetrennten Bereichen des Kontrollbereiches (z. B. notwendige Treppenträume) sowie aus dem Maschinenhaus (bei SWR) ist eine Rauch- und Wärmeableitung über andere als die Abgabepfade des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. über zur Rauch- und Wärmeableitung eingebaute Klappen ins Freie) zulässig.

In notwendigen Treppenträumen sind grundsätzlich Öffnungen zur Rauchableitung vorzusehen. Ist dies aus anlagentechnischen Gründen oder Strahlenschutzgründen nicht möglich, sind maschinelle Anlagen vorzusehen, die dem Eindringen von Rauch in notwendige Treppenträume entgegenwirken oder eventuell eingedrungenen Rauch aus notwendigen Treppenträumen abführen. Im Reaktorsicherheitsbehälter sind die anlagentechnischen Besonderheiten zu berücksichtigen.

Lüftungstechnische Anlagen und Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung sind für Ereigniseinwirkungen auszulegen, wenn deren Funktion nach Ereigniskombinationen sichergestellt sein muss. Sofern es sich um die Ereigniskombination Erdbeben und daraus folgender Brand handelt und die Intensität I des Bemessungserdbebens größer als VI (EMS-98) ist, sind diese Lüftungstechnischen Anlagen und Einrichtungen zur Rauch- und Wärmeableitung für die nach KTA 2201.1 /KTA 11/ ermittelten Erdbebeneinwirkungen nach KTA 2201.4 /KTA 12/ ausgelegt.

Falls Lüftungstechnische Filteranlagen vorhanden sind, wird sichergestellt, dass sie infolge der Belastungen durch z. B. Temperatur, Druck, Brandprodukte oder Löschmittel nicht unzulässig beeinträchtigt werden. Hierfür kann z. B. unter Berücksichtigung der zu erwartenden Strahlenexposition in der Umgebung ein Bypass um die Filteranlage vorgesehen werden. Vor und hinter den Filteranlagen mit Aktivkohle werden hierfür dichtschließende Lüftungsklappen angeordnet.

Lüftungsleitungen werden grundsätzlich aus nichtbrennbaren Baustoffen der Klasse A1 nach DIN 4102 hergestellt. Hiervon darf abgewichen werden, wenn korrosive Gase abzuführen sind (z. B. aus Batterie- und Laborräumen) und mindestens schwerentflammbare Baustoffe verwendet werden.

Verbindungen einzelner Brandabschnitte durch Lüftungsanlagen werden nach Möglichkeit vermieden. Lüftungsanlagen, die mehrere Brandabschnitte eines Gebäudes versorgen oder die Brandabschnitte in anderen Gebäuden versorgen, sind grundsätzlich feuerbeständig abgetrennt.

Der für die Entrauchung erforderliche Zuluft- Volumenstrom ist sichergestellt. Bei maschineller Entrauchung wird der erforderliche Zuluft- Volumenstrom auch über die Zuluft einer raumlufttechnischen Anlage eingebracht. Hierbei ist ein Weiterbetrieb der Anlage zur Rauch- und Wärmeableitung nach dem Schließen der eventuell vorhandenen zuluftseitigen Brandschutzklappen nur zulässig, wenn sich keine unzulässigen Druckdifferenzen aufbauen.

Wird die feuerbeständige Umschließung eines Brandabschnitts oder eines Brandbekämpfungsabschnitts durch einen Lüftungskanal durchbrochen (zu- und abluftseitig), ist an diesen Stellen eine Brandschutzklappe installiert. Wenn ein Abschluss durch Brandschutzklappen z. B. aus systemtechnischen Gründen nicht möglich ist, ist der durch mehrere Brand- oder Brandbekämpfungsabschnitte führende Lüftungskanal bzw. Kanalabschnitt feuerbeständig ausgeführt. Es sind grundsätzlich nur selbstschließende feuerbeständige Brandschutzklappen mit entsprechenden bauaufsichtlichen Zulassungen eingesetzt.

Die Auslösung der Brandschutzklappen erfolgt in der Regel über voneinander unabhängige Wege: über eine temperaturabhängige Auslösung (Schmelzlot) oder eine manuelle Auslösung.

Für Brandschutzklappen sind mindestens folgende Rückmeldungen vorhanden:

- Einzelrückmeldung der Stellung zum jeweiligen örtlichen Leitstand und Sammelmeldung von Leitstand zur Warte,
- Einzelrückmeldung zur Warte, wenn aufgrund der Rückmeldung durch das Wartepersonal weitere Maßnahmen durchzuführen sind.

Auch für Anlagen im Restbetrieb nach Brennelementfreiheit sind Einrichtungen zur Unterdruckhaltung und damit zur Sicherstellung einer messtechnisch erfassbaren Aktivitätsabgabe an die Umgebung weiterhin im Sinne der kerntechnischen Schutzziele von Bedeutung. Für andere Lüftungssysteme verbleibt nach Brennelementfreiheit jedoch keinerlei nukleare Bedeutsamkeit. Insoweit unterliegen diese den Regeln und Anforderungen des konventionellen Brandschutzes (Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Lüftungsanlagen – LüAR) unter Berücksichtigung des Bestandsschutzes. Teile der Lüftung, die im Leistungsbetrieb als Bestandteil der Redundanztrennung erforderlich waren (Lüftungskanäle, Brandschutzklappen), unterliegen im Rückbau im Regelfall nicht einmal mehr konventionellen brandschutztechnischen Anforderungen wegen des Entfalls der baulichen brandschutztechnischen Trennung.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Die Reaktorhalle mit Hallenanbau, der Altbau und der Erweiterungsbau verfügen jeweils über eigene Zu- und Abluftanlagen. Es besteht lüftungstechnisch keine Verbindung zwischen den Gebäuden.

Der Luftdruck in der Reaktorhalle wird durch Drosselung des Volumenstroms der Zuluft auf einem Unterdruck von 30 Pa gegenüber dem Außendruck gehalten, um ein unkontrolliertes Entweichen der Raumluft über die Türspalte zu verhindern. Die Abluft der Halle unterliegt der ständigen Überwachung durch Edelgas- und Aerosolmonitore, die am Abluftstrang installiert sind.

Alle Brandschutzklappen in den Gebäuden des FR MZ sind feuerbeständig ausgeführt. In der Reaktorhalle mit Hallenanbau gibt es insgesamt 51 Brandschutzklappen mit Schmelzlotauslösung, deren Auslösen über Rückmeldekontakte durch die Steuerungsanlage der Gebäudeleittechnik erkannt wird. Der Altbau verfügt über 97 Brandschutzklappen mit Schmelzlotauslösung und Rückmeldekontakt. Im Erweiterungsbau, der erst im Jahr 2008 fertiggestellt wurde, gibt es 173 motorisch betriebene Brandschutzklappen mit Rückmeldekontakt an die Gebäudeleittechnik.

Im Hinblick auf einen Brand erfüllen Lüftungsanlagen neben den Anforderungen an die bestimmungsgemäßen Funktionen Anforderungen zur

- Verhinderung einer Rauch- und Aktivitätsverschleppung,
- Vermeidung der Verrauchung von notwendigen Treppenträumen und Schleusenvorräumen,
- Ermöglichen einer manuellen Brandbekämpfung und
- Ableitung von Rauch und Wärme,

sofern dies zur Einhaltung der kerntechnischen und konventionellen Ziele des Brandschutzes erforderlich ist.

Nahezu alle Gebäude werden zwangsbe- und entlüftet. Die brandschutztechnische Unterteilung von Gebäuden wird auch bei der Ausbildung der Lüftungstechnischen Anlagen berücksichtigt, um eine Brandausbreitung über den betroffenen Brandabschnitt bzw. Brandbekämpfungsabschnitt hinaus zu verhindern und baulich getrennte Einrichtungen, soweit dies aus Sicherheitsgründen und Verfügbarkeitsgründen erforderlich ist, weiter zu belüften.

Bei der Auslegung von Lüftungstechnischen Anlagen wurden Strahlenschutzbelange (z. B. Störfallunterdruckhaltung, Vermeidung von Aktivitätsverschleppung) und die Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Sicherheitssystems oder von Notstandseinrichtungen berücksichtigt. Auch im Brandfall wird eine Rauch- und Aktivitätsverschleppung in nicht betroffene Bereiche vermieden.

Lüftungstechnische Anlagen sind so ausgelegt, dass Einrichtungen des Sicherheitssystems oder Notstandseinrichtungen nicht unzulässig beeinträchtigt und Personen durch einen Brand nicht gefährdet werden.

Eine Rauchableitung aus den baulichen Anlagen innerhalb des Kontrollbereiches ist grundsätzlich zulässig, wenn sie zur Brandbekämpfung und zur Personenrettung erforderlich ist und über die Abgabepfade des bestimmungsgemäßen Betriebes für radioaktive Stoffe möglich ist.

Aus den nachweisbar radiologisch nicht relevanten brandschutz- und Lüftungstechnisch abgetrennten Bereichen des Kontrollbereiches (z. B. notwendige Treppenträume) ist eine Rauch- und Wärmeableitung über andere als die Abgabepfade des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. über zur Rauch- und Wärmeableitung eingebaute Klappen ins Freie) zulässig.

In notwendigen Treppenträumen sind grundsätzlich Öffnungen zur Rauchableitung vorzusehen. Ist dies aus anlagentechnischen Gründen oder Strahlenschutzgründen nicht möglich, sind maschinelle Anlagen vorzusehen, die dem Eindringen von Rauch in notwendige Treppenträume entgegenwirken oder eventuell eingedrungenen Rauch aus notwendigen Treppenträumen abführen.

Verbindungen einzelner Brandabschnitte durch Lüftungsanlagen werden nach Möglichkeit vermieden. Lüftungsanlagen, die mehrere Brandabschnitte eines Gebäudes versorgen oder die Brandabschnitte in anderen Gebäuden versorgen, sind grundsätzlich feuerbeständig abgetrennt.

Der für die Entrauchung erforderliche Zuluft- Volumenstrom ist sichergestellt. Bei maschineller Entrauchung wird der erforderliche Zuluft- Volumenstrom auch über die Zuluft einer raumlufttechnischen Anlage eingebracht. Hierbei ist ein Weiterbetrieb der Anlage zur Rauch- und Wärmeableitung nach dem Schließen der eventuell vorhandenen zuluftseitigen Brandschutzklappen nur zulässig, wenn sich keine unzulässigen Druckdifferenzen aufbauen.

Wird die feuerbeständige Umschließung eines Brandabschnitts oder eines Brandbekämpfungsabschnitts durch einen Lüftungskanal durchbrochen (zu- und abluftseitig), ist an diesen Stellen eine Brandschutzklappe installiert. Wenn ein Abschluss durch Brandschutzklappen z. B. aus systemtechnischen Gründen nicht möglich ist, ist der durch mehrere Brand- oder Brandbekämpfungsabschnitte führende Lüftungskanal bzw. Kanalabschnitt feuerbeständig ausgeführt. Es sind grundsätzlich nur selbstschließende feuerbeständige Brandschutzklappen mit entsprechenden bauaufsichtlichen Zulassungen eingesetzt.

Die Auslösung der Brandschutzklappen erfolgt in der Regel über voneinander unabhängige Wege: über eine temperaturabhängige Auslösung (Schmelzlot) oder eine manuelle Auslösung.

### FRM II

Lüftungseinrichtungen sind so ausgelegt, dass die Redundanztrennung der sicherheitstechnisch bedeutsamen Systeme und Anlagenteile im Brandfall, z. B. durch Schottungen und Brandschutzklappen, gewährleistet bleibt. Die notwendigen Treppenträume können im Brandfall durch Überdruckbeaufschlagung rauchfrei gehalten werden. Die Lüftungssysteme in Schaltanlagenräumen sind so ausgelegt, dass sie zur Rauch- und Wärmeabfuhr genutzt werden können. Im Fall des Verlusts der Lüftungsanlage wird im Anforderungsfall durch Gebäudeabschluss der sichere Einschluss von Radioaktivität sichergestellt. Die Lüftungsanlagen sind im erforderlichen Umfang mit Kanalrauchmeldern ausgestattet.

Falls erforderlich kann am FRM II lüftungstechnischer Gebäudeabschluss ausgelöst werden. Die Redundanztrennung ist im Brandfall weiterhin gewährleistet. Insgesamt gibt es am FRM II ca. 300 Brandschutzklappen in Lüftungssystemen.

Im Hinblick auf einen Brand erfüllen Lüftungsanlagen neben den Anforderungen an die bestimmungsgemäßen Funktionen Anforderungen zur

- Verhinderung einer Rauch- und Aktivitätsverschleppung,
- Weiterbelüftung nicht betroffener Redundanzen soweit erforderlich,
- Vermeidung der Verrauchung von notwendigen Treppenträumen und Schleusenvorräumen,
- Ermöglichen einer manuellen Brandbekämpfung und

- Ableitung von Rauch und Wärme,

sofern dies zur Einhaltung der kerntechnischen und konventionellen Ziele des Brandschutzes erforderlich ist.

Nahezu alle Gebäude mit sicherheitstechnischer Bedeutung werden zwangsbe- und entlüftet. Die Redundanztrennung sowie die brandschutztechnische Unterteilung von Gebäuden wird auch bei der Ausbildung der Lüftungstechnischen Anlagen berücksichtigt, um eine Brandausbreitung über den betroffenen Brandabschnitt bzw. Brandbekämpfungsabschnitt hinaus zu verhindern und baulich getrennte Einrichtungen, soweit dies aus Sicherheitsgründen und Verfügbarkeitsgründen erforderlich ist, weiter zu belüften. Lüftungsanlagen sind so ausgeführt, dass bei einem Brand an einer Redundanten die Funktion der anderen redundanten Einrichtungen erhalten bleibt.

Bei der Auslegung von Lüftungstechnischen Anlagen wurden Strahlenschutzbelange (z. B. Störfallunterdruckhaltung, Vermeidung von Aktivitätsverschleppung) und die Erhaltung der Funktionsfähigkeit sicherheitsrelevanter SSC berücksichtigt. Auch im Brandfall wird eine Rauch- und Aktivitätsverschleppung in nicht betroffene Bereiche vermieden. Lüftungstechnische Anlagen sind so ausgelegt, dass sicherheitsrelevante SSC nicht unzulässig beeinträchtigt und Personen durch einen Brand nicht gefährdet werden.

Die Lüftungstechnische Versorgung der Warte wird auch bei einem Brand in einem jeweils benachbarten Brandbekämpfungsabschnitt sichergestellt. Dies gilt jedoch nicht für einen Brand in den Lüftungsanlagen zur Versorgung der Warte. Bei einem Brand in der Lüftungsanlage kann der Weiterbetrieb der Warte durch Handmaßnahmen sichergestellt werden.

Ein Eindringen von Rauch und heißen Brandgasen über die Lüftungstechnischen Anlagen in die einzelnen baulichen Anlagen anderer Redundanzen, in denen sich sicherheitsrelevante SSC befinden, wird durch Brandschutzklappen verhindert.

Eine Rauchableitung aus den baulichen Anlagen innerhalb des Kontrollbereiches ist grundsätzlich zulässig, wenn sie zur Brandbekämpfung und zur Personenrettung erforderlich ist und über die Abgabepfade des bestimmungsgemäßen Betriebes für radioaktive Stoffe möglich ist.

Aus den nachweisbar radiologisch nicht relevanten brandschutz- und Lüftungstechnisch abgetrennten Bereichen des Kontrollbereiches (z. B. notwendige Treppenträume) ist eine Rauch- und Wärmeableitung über andere als die Abgabepfade des bestimmungsgemäßen Betriebs (z. B. über zur Rauch- und Wärmeableitung eingebaute Klappen ins Freie) zulässig.

In notwendigen Treppenträumen sind grundsätzlich Öffnungen zur Rauchableitung vorgesehen. Ist dies aus anlagentechnischen Gründen oder Strahlenschutzgründen nicht möglich, sind maschinelle Anlagen vorhanden, die dem Eindringen von Rauch in notwendige Treppenträume entgegenwirken oder eventuell eingedrungenen Rauch aus notwendigen Treppenträumen abführen.

Eine Auslegung von Lüftungstechnischen Komponenten auf Funktion oder Standsicherheit nach Flugzeugabsturz, mit Ausnahme der Brandschutzklappen für die kalte Neutronenquelle, ist nicht erforderlich.

Für Lüftungstechnische Filteranlagen wird sichergestellt, dass sie infolge der Belastungen durch z. B. Temperatur, Druck, Brandprodukte oder Löschmittel nicht unzulässig beeinträchtigt werden. Hierfür

ist z. B. unter Berücksichtigung der zu erwartenden Strahlenexposition in der Umgebung ein Bypass um die Filteranlage vorgesehen. Vor und hinter den Filteranlagen mit Aktivkohle sind hierfür dichtschließende Lüftungsklappen angeordnet.

Lüftungsleitungen werden grundsätzlich aus nichtbrennbaren Baustoffen der Klasse A1 nach DIN 4102 hergestellt.

Verbindungen einzelner Brandabschnitte durch Lüftungsanlagen werden nach Möglichkeit vermieden. Lüftungsanlagen, die mehrere Brandabschnitte eines Gebäudes versorgen oder die Brandabschnitte in anderen Gebäuden versorgen, sind grundsätzlich feuerbeständig abgetrennt.

Der für die Entrauchung erforderliche Zuluft- Volumenstrom ist sichergestellt. Bei maschineller Entrauchung wird der erforderliche Zuluft-Volumenstrom auch über die Zuluft einer raumluftechnischen Anlage eingebracht. Hierbei ist ein Weiterbetrieb der Anlage zur Rauch- und Wärmeableitung nach dem Schließen der eventuell vorhandenen zuluftseitigen Brandschutzklappen nur zulässig, wenn sich keine unzulässigen Druckdifferenzen aufbauen.

Wird die feuerbeständige Umschließung eines Brandabschnittes oder eines Brandbekämpfungsabschnittes durch einen Lüftungskanal durchbrochen (zu- und abluftseitig), ist an diesen Stellen eine Brandschutzklappe installiert. Wenn ein Abschluss durch Brandschutzklappen z. B. aus systemtechnischen Gründen nicht möglich ist, ist der durch mehrere Brand- oder Brandbekämpfungsabschnitte führende Lüftungskanal bzw. Kanalabschnitt feuerbeständig ausgeführt. Es sind grundsätzlich nur selbstschließende feuerbeständige Brandschutzklappen mit entsprechenden bauaufsichtlichen Zulassungen eingesetzt.

Die Auslösung der Brandschutzklappen erfolgt in der Regel über voneinander unabhängige Wege: über eine temperaturabhängige Auslösung (Schmelzlot) oder eine manuelle Auslösung.

Für Brandschutzklappen sind mindestens folgende Rückmeldungen vorhanden:

- Einzelrückmeldung der Stellung zum jeweiligen örtlichen Leitstand und Sammelmeldung von Leitstand zur Warte,
- Einzelrückmeldung zur Warte, wenn aufgrund der Rückmeldung durch das Wartepersonal weitere Maßnahmen durchzuführen sind.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Das Gebäude der nuklearen Fertigung ist auf Grund seiner Auslegung und der raumluftechnischen Trennung der Trockenkonversionsanlage von den übrigen nuklearen Fertigungsbereichen mit zwei raumluftechnischen Anlagen zur Be- und Entlüftung ausgestattet.

Um die radiologischen Sicherheitsziele der BFL einzuhalten, sind in der Abluftanlage entgegen der LüAR keine Brandschutzklappen bei Brandabschnittsdurchdringungen installiert. Als Kompensation ist in diesen Bereichen eine redundante Brandmeldeanlage installiert und es sind nur im Umgang mit Feuerlöschern unterwiesene Personen beschäftigt. Zudem ist eine ständig anwesende Betriebsfeuerwehr vorhanden, so dass die Löschung eines Brandes bereits in der Entstehungsphase erreicht

werden kann. Außerdem wird die Lüftungsanlage auf Brandbetrieb umgestellt, d. h. die Zuluft wird abgeschaltet und die Abluftanlage läuft im reduzierten Betrieb.

### UAG

Aufgrund der geschlossenen Bauweise sind die Räume der UAG mit einer raumluftechnischen Anlage zur Be- und Entlüftung der Räume ausgestattet.

Darüber hinaus sind die Lüftungsanlagen in den Bereichen, in denen mit UF<sub>6</sub> umgegangen wird, auch zur Lüftung im Störfall bei einem Austritt von UF<sub>6</sub> ausgelegt. Dazu sind diese mit einer Filtereinrichtung ausgestattet, die austretendes UF<sub>6</sub> aus der Außenluft herausfiltert und eine Emission verhindert. Diese Filtereinrichtungen sind als Teil von Lüftungszentralen in separaten Räumen aufgestellt. Eine brandschutztechnische Abtrennung zwischen den Produktionsbereichen und den Lüftungszentralen ist gewährleistet. Die Anforderungen aus dem RS-Handbuch sind berücksichtigt.

Weiterhin sind in einigen Bereichen Gas-Absauganlagen (GAN) installiert. Diese dienen dem Absaugen von planmäßigem Austritt von UF<sub>6</sub>, der z. B. betriebsbedingt beim Öffnen von Behältern oder Leitungen entstehen können.

Die Lüftungsanlagen sind im erforderlichen Umfang zur frühzeitigen Detektion von Entstehungsbränden mit Kanalrauchmeldern ausgestattet.

Soweit lüftungstechnische Leitungen durch feuerbeständige Wände oder Decken geführt werden, werden bauaufsichtlich zugelassene, feuerbeständige Brandschutzklappen eingebaut. Alternativ werden brandschutztechnisch abgetrennte Geschosse, Räume, Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte sowie Treppenträume durch feuerbeständige Lüftungsleitungen überbrückt.

Die Lüftungsanlagen sind bzw. werden mit Brandschutzklappen ausgestattet, die durch Rauchmelder und Thermoelement angesteuert werden.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an den Standorten kerntechnischer Anlagen**

#### Zwischenlagerung am Standort Biblis

Alle Brennelemente-Zwischenlager in Deutschland sind als Trockenlager konzipiert, in die mit bestrahlten Brennelementen oder verglasten hochradioaktiven Abfällen beladene Transport- und Lagerbehälter eingelagert werden. Die Zwischenlager sind mit passiver Naturzugkühlung ausgeführt, die unabhängig von aktiven technischen Systemen die Wärme der Behälter abführt.

In Abfall-Zwischenlagern mit Lüftungsanlagen ist das Lüftungskonzept so ausgelegt, dass im Brandfall die gesamte Lüftungsanlage abgeschaltet wird. Die Lüftungsanlagen sind bzw. werden mit Brandschutzklappen ausgestattet, die durch Rauchmelder und Thermoelement angesteuert werden.

#### Zwischenlagerung am Zwischenlager Nord

Die einzelnen Räume im Lagergebäude des ZLN werden aufgrund ihrer unterschiedlichen Funktionen auf verschiedene Weise belüftet. Die Hauptkomponenten befinden sich in den Lüftungszentralen im Betriebs- und Sozialgebäude. Die Lüftungsanlagen sind gemäß der LüAR ausgeführt.



In den Räumen des Lagergebäudes sind aufgrund ihrer Nutzung keine stationären Entrauchungsanlagen vorgesehen. Die Gebäude sind brandschutztechnisch in zahlreiche Abschnitte unterteilt, auf die ein eventueller Brand begrenzt bleibt. Stoffe der Baustoffklasse B sind vorhanden und durch besondere Maßnahmen (schwer entflammbares Hydrauliköl) geschützt. Eine rasche Brandbekämpfung und ein damit verbundener Wärmeentzug sind somit möglich. Die Filtermedien der vorgesehenen Filter bestehen aus Glasfasermaterial bzw. Chemiefasermaterial in Verbindung mit Aluminium-Separatoren und sind nicht brennbar. Die Filterrahmen bestehen bei den Filtern in den Zuluftanlagen aus verzinktem Stahlblech mit Neopren-Dichtungen. In den Abluftanlagen bestehen die Filterrahmen aus Edelstahl mit Neopren-Dichtungen.

Für die Lüftungskanäle werden nichtbrennbare Baustoffe (Baustoffklasse A) eingesetzt. Werden Lüftungskanäle durch feuerbeständige Bauteile geführt, so werden sie entweder feuerbeständig ausgeführt oder durch feuerbeständige Brandschutzklappen in den Begrenzungen abgetrennt.

Beim Durchtritt von Lüftungskanälen durch feuerbeständige Bauteile sind Brandschutzklappen verbaut, wenn die Lüftungskanäle nicht feuerbeständig ausgeführt sind. Die Stellung der Brandschutzklappen (auf und zu) wird an den örtlichen Schaltschränken der Lüftungszentrale und direkt an den Brandschutzklappen angezeigt. Die Brandschutzklappen lassen sich zu Wartungs- und Prüfzwecken einzeln von Hand schließen bzw. öffnen.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Die Lüftungsleitungen der WAK sind aufgrund des jetzigen Anlagenzustandes ohne Feuerwiderstandsfähigkeit ausgeführt. Nur Bauteile in Flucht- und Rettungswegen sind in entsprechender Feuerwiderstandsfähigkeit ausgeführt. Bei Branddetektion wird automatisch auf einen vorgegebenen Betriebszustand umgeschaltet. Dabei wird die Zuluftanlage ausgeschaltet und die Abluft reduziert.

Soweit Lüftungstechnische Leitungen durch feuerbeständige Wände oder Decken geführt sind, wurden bauaufsichtlich zugelassene, feuerbeständige Brandschutzklappen eingebaut und die Öffnungen entsprechend verschlossen. Die Zu- und Abluftanlage mit den anbindenden Lüftungskanälen zu bzw. von betonierten Lüftungsschächten sind jeweils zu einem Brandbekämpfungsabschnitt zusammengefasst. Verbindende Lüftungskanäle haben daher feuerbeständige Ummantelungen. Zur Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebes sind hier keine Brandschutzklappen eingebaut.

Die Brandbekämpfungsabschnitte wurden bei der Gestaltung der Lüftungsanlage der VEK berücksichtigt. Die Zu- und Abluftanlage mit den anbindenden Lüftungskanälen zu bzw. von den betonierten Lüftungsschächten sind jeweils zu einem Brandbekämpfungsabschnitt zusammengefasst. Verbindende Lüftungskanäle haben daher feuerbeständige Ummantelungen. Zur Sicherstellung des bestimmungsgemäßen Betriebes der Anlagen sind hier keine Brandschutzklappen enthalten.

Alle Zu- und Abluftkanäle, die von den Schächten in die Geschosse führen, haben unmittelbar am Schacht eine Brandschutzklappe. Die Anordnung der restlichen Brandschutzklappen ergibt sich aus

der Aufteilung der Brandbekämpfungsabschnitte. Es sind Brandschutzklappen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verbaut. Die Klappen schließen nach thermischer Auslösung. Das Auslösen einer Brandschutzklappe führt zum Schließen der übrigen Brandschutzklappen, die den beiden Brandbekämpfungsabschnitten zugeordnet sind.

### 3.3.2.2 Anforderung an die Ausführung unter Brandbedingungen

#### Kernkraftwerke

Zur Rauch- und Wärmeabfuhr (RWA) aus den einzelnen Gebäuden werden fallweise

- die vorhandenen Lüftungstechnischen Anlagen zur maschinellen Entrauchung,
- maschinelle Rauch- und Wärmeabzüge,
- RWA-Klappen oder
- mobile Entrauchungsgeräte

eingesetzt. Bei den Entrauchungsmaßnahmen werden Strahlenschutzanforderungen und Anforderungen zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Sicherheitssystems besonders berücksichtigt.

Die jeweilige Maßnahme zur Rauch- und Wärmeableitung sowie die erforderliche Entrauchungszeit und die erforderlichen Luftvolumenströme werden im Einzelfall in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen festgelegt. Hierbei sind mindestens folgende Gesichtspunkte berücksichtigt:

- Lage des Raums,
- Möglichkeit der Zu- und Ablufführung über Lüftungsanlagen,
- Ziel der Entrauchung (z. B. Rettung und mobile Brandbekämpfung ermöglichen) und
- Einschränkungen aus Gründen des Strahlenschutzes (z. B. geringer Außen- und Fortluftvolumenstrom).

Störfallfilteranlagen werden nicht zur Entrauchung verwendet. Die vom Reaktorschutz angesteuerten Störfallfilteranlagen werden aufgrund sicherheitstechnischer Erfordernisse nicht mit Brandschutzklappen abgesperrt. In solchen Fällen wird durch Kanalart oder -führung eine Brand- und Rauchübertragung in andere Brandabschnitte verhindert.

Für Lüftungstechnische Anlagen mit Funktionen im Brandfall ist sichergestellt, dass die Energieversorgung (z. B. Kabel und deren Wege einschließlich der Steuerung) für die erforderliche Funktionsdauer aufrechterhalten bleibt.

Ventilatoren, die ausschließlich zur Rauchfreihaltung von Rettungswegen oder zur Rauch- und Wärmeableitung eingesetzt werden, sind mit Einrichtungen zur manuellen Auslösung vor Ort versehen. Für Treppenträume werden diese Ventilatoren zusätzlich entweder fernbetätigt aus der Warte oder automatisch über Rauchmelder angesteuert. Hierbei ist sichergestellt, dass beim Anlaufen des Entrauchungsventilators die entsprechende Entrauchungsklappe geöffnet ist oder bei Betrieb des Ventilators noch geöffnet werden kann.

Entrauchungsleitungen und Entrauchungsklappen sind entsprechend der zu erwartenden Temperaturen ausgeführt. Für die Auslegung ist grundsätzlich eine abdeckende Temperatur von 600 °C anzusetzen.

Hiervon darf abgewichen werden, wenn nachgewiesen wird, dass

- eine Abkühlung des Rauches entlang der Entrauchungsleitung erfolgt oder
- niedrigere Brandraumtemperaturen

zu erwarten sind.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Die Brandschutzklappen mit Schmelzlotauslösung lösen aus, wenn aufgrund eines Brandereignisses die Temperatur der Abluft im jeweiligen Strang über 72 °C steigt. Die motorisch arbeitenden Brandschutzklappen werden durch in den Bereichen aktiviert, in denen durch eine lokale Temperaturmessung ein Brandereignis erkannt wurde. Diese werden auch motorisch wieder geöffnet. Zusätzlich schließen alle Brandschutzklappen im Erweiterungsbau, wenn dort durch die Brandmeldeanlage ein Brandereignis detektiert oder ein Handfeuermelder betätigt wird.

### FRM II

Im Brandfall werden durch die Lüftung hauptsächlich folgende Maßnahmen und Funktionen sichergestellt:

- Lüftungstechnischer Abschluss des Brandabschnitts/feuerbeständigen Bereiches mit feuerbeständigen Abschlüssen,
- mechanische Rauch- und Wärmeabfuhr aus Schaltanlagenräumen,
- natürliche Rauch- und Wärmeabfuhr (z. B. Treppenräume, Neutronenleiterhalle),
- Überdruckhaltung der Treppenräume im Reaktorgebäude.

Aus dem Kontrollbereich kann eine Abgabe von Rauch im Brandfall nur dann über die Lüftungsanlage erfolgen, wenn aus strahlenschutztechnischer Sicht keine Bedenken bestehen. Innerhalb des Kontrollbereiches wird im bestimmungsgemäßen Betrieb eine gerichtete Luftströmung von Räumen niedriger Kontaminationsmöglichkeit zu Räumen höherer Kontaminationsmöglichkeit in Bezug auf die Raumluft eingehalten. Aus dem Kontrollbereich wird die Luft im bestimmungsgemäßen Betrieb über die Schwebstofffilter-Fortluftanlage gefiltert und über den Kamin abgegeben. Dieser Weg kann auch zur Entrauchung genutzt werden.

Bei maximaler Filterbelastung durch Rauchpartikel kann auf den Reservefilter umgeschaltet werden, bzw. die Filter können mittels Bypasses umfahren werden. Diese Rauchgasabfuhr ist bis zum Schließen der Brandschutzklappen infolge Auslösung des jeweiligen Schmelzlots möglich.

Darüber hinaus sind aktive und passive Entrauchungsanlagen mit motorisch betriebener, manuell oder automatisch ausgelöster Öffnung zum Rauchabzug vorhanden.

## **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

### BFL

Das Lüftungskonzept der BFL für die nuklearen Fertigungsbereiche sieht unter anderem vor, dass im Brandfall die Zuluft der Lüftungsanlage abgeschaltet und die Lüftungsanlage in einen reinen Abluftbetrieb mit reduzierter Abluftleistung umgeschaltet wird. Dies dient zur Zurückhaltung radioaktiver Stoffe durch eine definierte Unterdruckhaltung und zur Sicherstellung, dass keine unkontrollierte Freisetzung erfolgen kann.

Hinsichtlich der Ausführung von Lüftungsanlagen wird grundsätzlich die LüAR beachtet. Die Ausnahme zur Einhaltung der radiologischen Sicherheitsziele bzw. zur Minimierung der radiologischen Auswirkungen wurden in Abschnitt 3.3.2.1 genannt.

### UAG

Im Brandfall werden durch die Lüftung hauptsächlich folgende Maßnahmen und Funktionen sichergestellt:

- Lüftungstechnischer Abschluss des Brand- bzw. Brandbekämpfungsabschnitts,
- ggf. mechanische Rauch- und Wärmeabfuhr,
- natürliche Rauch- und Wärmeabfuhr (z. B. Treppenträume, Flucht- und Rettungswegen),
- ggf. Überdruckhaltung von Treppenträume.

Bei der Herstellung und dem Betrieb von Lüftungstechnischen Anlagen wird die LüAR beachtet und eingehalten. Lüftungszentralen im Sinne der LüAR sind bzw. werden von anderen Räumen durch feuerbeständige Wände abgetrennt.

## **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an den Standorten kerntechnischer Anlagen**

Gemäß schutzzielorientierter Anwendung werden in den Brennelemente- und Abfall-Zwischenlagern folgende Funktionen von Lüftungsanlagen für den Brandfall gewährleistet:

- Begrenzung der Brandauswirkungen auf einzelne Brandabschnitte bzw. Brandbekämpfungsabschnitte (automatisch ausgelöste Brandschutzklappen),
- gerichtete Strömung in den Kontrollbereich,
- Abfuhr von Rauch,
- Rauchfreihaltung von gesicherten Rettungswegen.

Die Lüftungsanlage erfüllt des Weiteren folgende Funktionen:

- Sie dient der Beheizung bzw. Kühlung des Gebäudes.
- Sie erhält im Gebäudeinneren eine gerichtete Strömung aufrecht.
- Sie dient zur Versorgung der Brandabschnitte/Brandbekämpfungsabschnitte mit entsprechend hohen Außenluftanteilen.

- Durch den geregelten Zu- und Abluftbetrieb wird sichergestellt, dass die maximalen Arbeitsplatzgrenzwerte bzw. die Biologischen Grenzwerte nicht überschritten werden.
- Die gerichtete Luftströmung in den Kontrollbereich ist sichergestellt.

Nach einem Brandfall wird über die Lüftungsanlage der Rauch abgeführt.

Hinsichtlich der Ausführung von Lüftungsanlagen wird grundsätzlich die LüAR beachtet

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

Im Brandfall werden bei der WAK durch die Lüftung hauptsächlich der Lüftungstechnische Abschluss des jeweiligen Brandbekämpfungsabschnitts sowie die Rauch- und Wärmeabfuhr sichergestellt.

Hinsichtlich der Ausführung von Lüftungsanlagen der VEK wird grundsätzlich die LüAR berücksichtigt.

Brandgase, welche von außen über die Lüftungsanlage angesaugt werden könnten, werden detektiert und die Zuluft wird abgeschaltet und die Lüftungsanlage in den entsprechenden Betriebszustand geschaltet.

### **3.4 Erfahrungen des Genehmigungsinhabers mit der Umsetzung des Brandschutzkonzepts**

Bei dem Brandschutzkonzept aller im NAR betrachteten deutschen Anlagen handelt es sich, wie bereits oben ausgeführt, um ein gesamtheitliches Konzept, welches der Erfüllung der kerntechnischen Schutzziele, der radiologischen Sicherheitsziele, ebenso wie der konventionellen Schutzziele dient. Dabei soll die Gesamtheit aller Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes zur Brandverhütung, einer schnellen und zuverlässigen Erkennung und -meldung von Entstehungsbränden, einer erfolgreichen Brandbekämpfung und einer Verhinderung einer Brandausbreitung die Einhaltung dieser Ziele gewährleisten. Insofern sind die verschiedenen Bestandteile des Brandschutzkonzepts nicht für sich allein, sondern immer in ihrer Gesamtheit zu betrachten und zu bewerten.

In den Abschnitten 2.1.6.2, 2.2.6.2, 2.3.6.2, 2.4.6.2, 2.5.6.2 und 2.6.6.2 sind beispielhaft brandschutzrelevante Ereignisse in Kernkraftwerken, Forschungsreaktoren, Brennstoffkreislaufanlagen, Zwischen- und Abfalllager und Anlagen in Stilllegung sowie die daraus resultierenden Optimierungsmaßnahmen beschrieben. Optimierungsmaßnahmen werden u. a. aus Brandgefahrenanalysen oder der Bewertung realer Ereignisse abgeleitet.

Die Auslegungsgrundlagen sowie Regelungen zur Vorkehrung der Brandverhütung haben sich bewährt. Dieses zeigt sich in der geringen Brandhäufigkeit in deutschen kerntechnischen Anlagen.

## **Kernkraftwerke**

Das Brandschutzkonzept wird stets aktuell gehalten. Das Brandschutzkonzept beinhaltet eine kern-technische und konventionelle schutzzielorientierte Gesamtbewertung des baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und abwehrenden Brandschutzes sowie deren gemeinsamer Wirkung.

Für den Rückbau werden auf Basis des im Leistungsbetrieb bewährten Brandschutzkonzepts Anpassungen im Hinblick auf Stilllegung und Abbau vorgenommen. Bei Entfall konzentrierter Brandlasten, wie z. B. dem Turbinenölbehälter, kann die zugehörige Löschanlage außer Betrieb genommen werden.

Im Zuge der während des Rückbaus fortschreitenden Abbaumaßnahmen, Anlagenanpassungen und dem sich weiter verringern dem Gefährdungspotenzial können weitere Erleichterungen im Brandschutz sukzessive in Aktualisierungen des Brandschutzkonzepts eingepflegt werden. Eine Redundanztrennung ist z. B. nach Entfall der Nachkühlanforderungen für diese Systeme nicht mehr erforderlich. Brandschutztechnische Anforderungen nähern sich sukzessive den Anforderungen des konventionellen Regelwerkes.

Abgeschlossene Maßnahmen zur Brandverhütung sind in Abschnitt 2.1.6.2 dargestellt. Aus den Überprüfungen von Brandereignissen sowie anderen brandschutzrelevanten Ereignissen sind derzeit keine laufenden Maßnahmen offen.

Die bereits konzeptionelle Minimierung von permanenten Brandlasten ist eine maßgebliche Stärke in der Brandverhütung. Administrative Vorgaben zum Umgang mit temporären Brandlasten (z. B. Nutzung nichtbrennbarer Behälter) und potenziellen Zündquellen (z. B. Bereitstellung von Brandwachen) tragen ergänzend zur Brandverhütung bei.

Herausforderungen ergeben sich im Rückbau von Kernkraftwerken. Es werden zusätzliche temporäre Brandlasten und potenzielle Zündquellen, z. B. Maschinen, in die Anlage eingebracht. Arbeiten mit brandschutztechnischen Gefahrenpotenzial sind zu identifizieren und geeignete Maßnahmen zu definieren. Gleiches gilt für temporäre Lagerbereiche in den Anlagenräumen von Kernkraftwerken.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Bedingt durch die unterschiedlichen Baujahre der verschiedenen Gebäudeteile des FR MZ sind diese mit Brandschutzeinrichtungen ausgestattet, die sich konzeptionell stark unterscheiden. Im Falle einer Branddetektion durch die Brandmeldeanlage fallen, bedingt durch die elektronische Steuerung, alle Brandschutzklappen im Erweiterungsbau, zu. Zudem werden die Motoren in den Ab- und Zuluftsträngen der Lüftungsanlagen angehalten. Im Altbau beispielsweise wird je nach Brandort nur die unmittelbar betroffene Brandschutzklappe ausgelöst. Aufgrund einer nicht vorhandenen zentralen elektronischen Steuerung werden hier keine Lüftermotoren angesteuert und ausgeschaltet. Zusammen mit anderen Mängeln an der Gebäudeauslegung bezüglich der Brandverhütung, die baulich mit keinem vertretbaren Aufwand zu lösen sind, wurde von der Universität Mainz beschlossen, den Altbau aufzugeben und einen Neubau nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik zu errichten. Nach aktueller Planung wird der Umzug des (Radionuklid-)Labor- und Verwaltungstrakts in den Neubau und damit die Aufgabe des Altbaus 2024 erfolgen.

Die organisatorischen Maßnahmen zum Brandschutz beinhalten insbesondere die wiederkehrenden Unterweisungen aller Mitarbeiter im jährlichen Turnus. Gäste und wissenschaftliche Besucher werden vor Dienstbeginn individuell unterwiesen. Aufgrund des wissenschaftlichen Lehrbetriebs gibt es in den Laboren des FR MZ eine hohe Fluktuation von Studenten, die zumeist nur für wenige Monate und zu unterschiedlichen nicht-synchronisierten Zeitpunkten tätig werden. Diese hohe Fluktuation führt zu einem dauerhaft hohen Personalaufwand für die Unterweisungen der studentischen Mitarbeiter.

Im Rahmen mehrerer Begutachtungen und Revisionen der jeweiligen Brandschutzkonzepte wurden und werden diese Konzepte und damit einhergehenden Brandverhütungsmaßnahmen fortlaufend weiterentwickelt, siehe auch die Ausführungen in Abschnitt 2.2.6.2. Abgesehen von den Beanstandungen am alten Labor- und Verwaltungsgebäude, welche durch den Bezug des Neubaus obsolet sein werden, gibt es derzeit keine offenen Maßnahmen oder Forderungen aus den letzten Begehungen und daraus abgeleiteten Brandschutzkonzepten für die Gebäude des FR MZ.

Regelmäßige Einbindung der technischen Mitarbeiter und Fachpersonal bei der Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen der Brandmeldeeinrichtungen sowie wiederkehrende Prüfungen der technischen Brandschutzvorkehrungen führen zu einem hohen Kenntnisstand der Mitarbeiter. Die entsprechenden Prüffristen, insbesondere die vierteljährliche Prüfung der Brandmelder, erlauben ein hohes Maß an Vertrauen in die getroffenen technischen Maßnahmen.

Auf der organisatorischen Seite werden zu den Themenschwerpunkten Brandverhütung und Maßnahmen im Brandfall Studenten und Forschende (wissenschaftliches Personal) sowie alle sonstigen technischen Mitarbeiter und Verwaltungsmitarbeiter bei Übungen mit eingebunden und jährlich durch den Brandschutzbeauftragten unterwiesen. Gäste und kurzzeitige Besucher werden vor Aufnahme ihrer Tätigkeiten im Rahmen der allgemeine Sicherheits- und Strahlenschutzunterweisung unterwiesen.

Fehlalarmierungen (zumeist ausgelöst durch vor Ort tätige Fachfirmen) und sonstige Ereignisse in den letzten zehn Jahren haben gezeigt, dass Brandverhütung, Brandbekämpfung, Kommunikation der involvierten Personen mit den Einsatzkräften, Zugang der Einsatzkräfte, sowie Verhalten der Personen im Gebäude und deren selbstständige Evakuierung im Alarmfall etc. sehr gut ineinandergreifen und funktionieren.

Aus Sicht des Betreibers wird das Brandschutzkonzept des FR MZ als technisch und organisatorisch geeignet, dem Gefährdungspotenzial der Anlage angepasst und im Alarmfall als gut eingeübt angesehen.

### FRM II

Das Brandschutzkonzept wird stets aktuell gehalten. Das Brandschutzkonzept beinhaltet eine kern-technische und konventionelle schutzzielorientierte Gesamtbewertung des baulichen, anlagentechnischen, betrieblichen und abwehrenden Brandschutzes sowie deren gemeinsamer Wirkung.

Die bereits konzeptionelle Minimierung von permanenten Brandlasten ist eine maßgebliche Stärke in der Brandverhütung. Administrative Vorgaben zum Umgang mit temporären Brandlasten (z. B. Nutzung nichtbrennbarer Behälter) und potenziellen Zündquellen (z. B. Bereitstellung von Brandwachen) tragen ergänzend zur Brandverhütung bei.

Abgeschlossene Maßnahmen zur Brandverhütung werden in Abschnitt 2.2.6.2 dargestellt. Aus den Überprüfungen von Brandereignissen sind derzeit keine laufenden Maßnahmen offen.

Das am FRM II angewandte Konzept der Festlegung zulässiger Brandlasten, daraus Ableitung der erforderlichen Brandschutzmaßnahmen sowie dem gestaffelten Sicherheitskonzept und der regelmäßigen internen und externen Überprüfung erweist sich in der Praxis als robust und im erforderlichen Ausmaß umsetzbar. Es konnte aufgrund der bisherigen Betriebserfahrung kein Bedarf für weitere Analysen identifiziert werden.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Die Vorsorgemaßnahmen, die zur Brandverhütung getroffen wurden, haben sich in mehr als 40 Jahren Betrieb als angemessen und wirksam gezeigt.

Nach dem Brand im Laborbereich wurde eine Übertragbarkeitsprüfung durchgeführt, die eine umfangreiche Überprüfung der elektrischen Heizungen im nuklearen Fertigungsgebäude auf die Anwesenheit von brennbaren Stoffen in der Nähe und ggf. die Bewertung der Wirksamkeit von Prüfungen und Verriegelungen umfasste (vgl. dazu auch Abschnitt 2.3.4).

Sofern im Rahmen der Anlagenbegehungen Abweichungen, wie z. B. vorhandene, aber nicht zwingend erforderlich Brandlasten, festgestellt werden, werden diese zeitnah behoben und bei den nächsten Anlagenbegehungen die korrekte Durchführung überprüft.

Aus den Überprüfungen von Brandereignissen sind derzeit keine laufenden Maßnahmen offen.

In mehr als 40 Jahren Betrieb hat sich bei der BFL die bestehende Auslegung, Dimensionierung und Ausführung der Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen gemäß Brandschutzkonzept und Betriebshandbuch insgesamt bewährt.

Die Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen sind grundsätzlich durchgehend in Betrieb bzw. einsatzbereit.

Die erhöhten Sicherheitsanforderungen an die BFL werden durch die Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen, des Strahlenschutzgesetzes /BMJ 22/, der Strahlenschutzverordnung /BMJ 21/ und durch die 12. BImSchV festgeschrieben und werden im Brandschutzkonzept berücksichtigt.

Durch die Fortschreibung des Brandschutzkonzepts werden Änderungen und Aktualisierungen im betreffenden Regelwerk bewertet und ggf. berücksichtigt.

#### UAG

Die getroffenen Brandverhütungsmaßnahmen haben sich in mehr als 37 Betriebsjahren als angemessen und wirkungsvoll erwiesen.



Die Brandverhütungsmaßnahmen haben sich auch beim Kleinbrand auf dem Maschinenhallendach der UTA-1 als wirkungsvoll erwiesen. Die im Heißarbeitserlaubnisschein festgelegten Schutzmaßnahmen haben eine frühzeitige Branderkennung und eine sofortige erfolgreiche Brandbekämpfung bewirkt.

Kleinere Verbesserungen aufgrund von Betriebserfahrung oder aus dem Erfahrungsrückfluss wurden umgesetzt. Zu diesen Maßnahmen gehören z. B. eine Schutzzielanpassung aus Erkenntnissen der Neuanlage, die Nachrüstung von linienförmigen Wärmemeldern nach DIN EN 52 im Bereich von UF<sub>6</sub> führenden Leitungen oder die Installation von Kanalrauchmeldern aufgrund der Weiterleitungsnachricht der GRS und Erkenntnissen aus dem Brandereignis in der BFL (vgl. dazu auch Abschnitt 2.3.4).

Die im Betriebshandbuch festgelegten wiederkehrenden Prüfungen stellen den anforderungsgemäßen Zustand der Brandschutzeinrichtungen sicher.

Sofern im Rahmen der Anlagenbegehungen Abweichungen festgestellt werden, werden diese zeitnah behoben und bei den nächsten Anlagenbegehungen die korrekte Umsetzung der Maßnahmen überprüft.

Aus den Überprüfungen von Anlagenbegehungen sind derzeit keine laufenden Maßnahmen offen.

In mehr als 37 Betriebsjahren hat sich die bestehende Auslegung, Dimensionierung und der Betrieb der Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen laut Brandschutzkonzept und Betriebshandbuch insgesamt bewährt.

Das Brandschutzkonzept wurde unter Anwendung der KTA-Richtlinien (in Anlehnung), der Industriebaurichtlinie und der DIN 18230 erstellt, um als Nachweis zu dienen, dass die Brandschutzbelange eingehalten werden.

Darüber hinaus erleichtert das Brandschutzkonzept die Durchführung von künftigen Brandschauen und/oder wiederkehrenden Prüfungen in Verbindung mit der erteilten Baugenehmigung durch die klare Darlegung von Brandschutzmaßnahmen und Kompensationsmaßnahmen von möglichen Abweichungen von den Vorschriften der Bauordnung.

Die erhöhten Sicherheitsanforderungen werden darüber hinaus durch die Sicherheitsanforderungen für Kernbrennstoffversorgungsanlagen, die Strahlenschutzverordnung und die Störfall-Verordnung 12. BImSchV festgeschrieben und wurden im Brandschutzkonzept berücksichtigt.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und für radioaktive Abfälle an den Standorten kerntechnischer Anlagen**

Das zugrundeliegende Verfahren hinsichtlich der brandschutztechnischen Planung, Genehmigung, des Betriebes und der regelmäßigen Überprüfung sowie Aktualisierung der vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzmaßnahmen in den Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente und für

radioaktive Abfälle an den Standorten kerntechnischer Anlagen erfüllt bisher uneingeschränkt die kerntechnischen Anforderungen.

Sofern im Rahmen der Anlagenbegehungen Abweichungen festgestellt werden, werden diese zeitnah behoben und bei den nächsten Anlagenbegehungen die korrekte Umsetzung der Maßnahmen überprüft.

Die Brandschutzkonzepte und die darin festgelegten Maßnahmen zum baulichen, anlagentechnischen und abwehrenden Brandschutz haben sich als wirksam erwiesen. Schwächen sind bislang nicht identifiziert worden. Brandschutzkonzepte und Maßnahmen entsprechen den gesetzlichen Anforderungen und gehen darüber hinaus. Durch die Fortschreibung der Brandschutzkonzepte werden Änderungen und Aktualisierungen im betreffenden Regelwerk bewertet und sofern erforderlich eingearbeitet. Brände in den Zwischenlagergebäuden sind in der Betriebszeit nicht aufgetreten.

### **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

#### WAK einschließlich VEK

In den vielen Betriebsjahren hat sich die bestehende Auslegung, Dimensionierung und der Betrieb der Brandschutz- und Brandbekämpfungseinrichtungen der WAK und VEK bewährt.

Die Minimierung von Brandlasten in der WAK und VEK ist eine wichtige Maßnahme der Brandverhütung. Administrative Vorgaben zum Umgang mit temporären Brandlasten und potenziellen Zündquellen tragen ebenfalls zur Brandverhütung bei.

Bei regelmäßigen internen Begehungen werden u. a. die Umsetzung der Brandverhütungsmaßnahmen überprüft und, falls notwendig, geeignete Gegenmaßnahmen abgeleitet. Darüber hinaus finden in allen Gebäuden spätestens im Abstand von fünf Jahren Brandschutzbegehungen durch die zuständige Aufsichtsbehörde unter Beteiligung des Gutachters mit einhergehender Brandverhütungsschau statt.

Die Anpassung des Brandschutzes an den Rückbaufortschritt muss kontinuierlich durchgeführt werden. Der Brandschutz auf einer sich ständig ändernden Baustelle ist deutlich schwieriger umzusetzen als in einem Neubau. Konventionelle Regelwerke und Normen zum Brandschutz ändern sich im Laufe des andauernden Rückbaus und haben meist höhere Anforderungen als während der Betriebszeit. Bei Änderungen an der Altanlage müssen diese gegen die Anforderungen für Neubauvorhaben geprüft werden und eine zulässige Lösung gefunden werden. Dies führt zu der Herausforderung, bei der Aktualisierung und Überprüfung des Brandschutzes dem dynamischen Rückbaufortschritt hinterherzukommen.

### **3.5 Bewertung des Brandschutzkonzepts und Schlussfolgerungen durch die Aufsichtsbehörde**

#### **Kernkraftwerke**

Das Brandschutzkonzept und dessen Umsetzung in deutschen Kernkraftwerken werden in Kapitel 3 zutreffend dargestellt.

Die einschlägigen Regelwerksanforderungen (vgl. Abschnitt 1.2.1) an die verschiedenen Teile des Brandschutzkonzepts (Brandverhütung, aktiver und passiver Brandschutz) werden eingehalten.

Die Regelungen der Aufsichtsbehörde sehen den anlagentechnischen Brandschutz explizit als einen der Inspektionsbereiche vor, die bei der Aufsicht oder der Begehung vor Ort regelmäßig zu überprüfen sind. Entsprechende Aufsichtsaktivitäten umfassen bspw. Brandschutzbegehungen, die Teilnahme an wiederkehrenden Prüfungen (z. B. an Brandmeldeanlagen) bzw. die Einsichtnahme in die zugehörigen Protokolle, die Teilnahme an Alarm- und Einsatzübungen der Feuerwehr, die Betrachtung des Zustands von Kabeltrassen, Kraftstoff- und Schmierölsystemen, Sprühwasserlöschanlagen, Brandschutztüren und vieles mehr.

Ausgehend von dem umfassenden und auf hohem Niveau befindlichen Brandschutzkonzept des Leistungsbetriebs stellen der Restbetrieb und der Rückbau der Kernkraftwerke nun eine gegenüber dem vorangegangenen Leistungsbetrieb veränderte und sich mit fortschreitendem Abbau stetig weiter verändernde Betriebsweise dar, die ihrerseits direkte Auswirkungen auf die Anforderungen an den Brandschutz haben kann.

Die Notwendigkeit zusätzlicher oder veränderter Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes kann sich aus den angewendeten Abbauverfahren und den dabei zum Einsatz kommenden Geräten und sonstigen Hilfsmitteln ergeben.

Für den Restbetrieb besteht die Möglichkeit eines Brandes durch die in der Anlage vorhandenen Brandlasten und die in Betrieb verbleibenden Anlagen aus dem bisherigen Leistungsbetrieb. Diese Möglichkeiten der Brandentstehung sind mit den Brandschutzmaßnahmen des bisherigen Leistungsbetriebs beherrschbar.

Vergrößert wird die Möglichkeiten der Brandentstehung während des Restbetriebs unter Umständen durch die Maßnahmen und Verfahren des Abbaus.

Zur Berücksichtigung der vorangehend dargestellten Umstände während des Restbetriebs und des Rückbaus der Kernkraftwerke erfolgt im aufsichtlichen Verfahren die Bewertung der Notwendigkeit zusätzlicher spezifischer Brandschutzmaßnahmen bei der Festlegung der Abbauplanung per Änderungsanzeige bzw. mittels Abbaubeschreibungen.

Außerbetriebnahmen von Systemen erfolgen im Rahmen von Änderungsverfahren. Im Aufsichtsverfahren werden sie auf ihre brandschutztechnische Vertretbarkeit und auf ihre Rückwirkungsfreiheit auf die in Betrieb verbleibenden Systeme überprüft.

Insgesamt wird so sichergestellt, dass die im Brandschutzkonzept zusammengefassten Einrichtungen und Maßnahmen des Brandschutzes während des Restbetriebs geeignet sind, die Erfüllung der Schutzziele zu gewährleisten und die erforderlichen Aufgaben zu erfüllen.

## **Forschungsreaktoren**

### FR MZ

Eingangs ist festzustellen, dass die Darstellungen in den vorherigen Abschnitten zu Auslegungsüberlegungen und Vorkehrungen zur Brandverhütung und das Vorgehen bei der Handhabung und der Kontrolle von Brandlasten und potenziellen Zündquellen für den FR MZ umfänglich und korrekt dargestellt wurde.

Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde sowie hinzugezogene Sachverständige bewerten die aktiven und passiven – dazu zählen auch organisatorische Maßnahmen und Vorkehrungen zur Brandverhütung und Brandbekämpfung – als korrekt und dem Gefahrenpotenzial des FR MZ als ausreichend und folgerichtig.

Die Einrichtungen des Brandschutzes werden wiederkehrend geprüft, um ihre Funktionalität zu gewährleisten, dieses Vorgehen wird engmaschig von der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde begleitet und kontrolliert. Beeinträchtigungen des allgemeinen, des aktiven und des passiven Brandschutzes wurde bis dato nicht festgestellt. Somit waren keine brandschutztechnischen Anpassungen im aufsichtlichen Verfahren zu veranlassen.

Die zuständige atomrechtliche Aufsichtsbehörde bewertet das in Kapitel 3 für den FR MZ korrekt dargestellte, allgemeine Konzept des Brandschutzes als umfänglich im Sinne der Erfüllung der Anforderungen des konventionellen baurechtlichen Regelwerks und des atomrechtlichen Regelwerks. Die dargestellten aktiven, passiven und organisatorischen Maßnahmen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes sind dem Gefahrenpotenzial der Anlage angemessen. Die Sicherstellung der Funktionalität wird durch wiederkehrende Prüfungen, welche durch die atomrechtliche Aufsicht begleitet werden, sichergestellt.

Änderungen an Einrichtungen des Brandschutzes unterliegen dem Änderungsverfahren, welches die Prüfung und Zustimmung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde bedingt. Bei Änderungen des Anlagenzustandes wird der Brandschutz berücksichtigt und bewertet und in das gesamtheitliche Konzept des Brandschutzes integriert.

Abschließend ist festzustellen, dass die angewandten Maßnahmen des Brandschutzes wirkungsvoll sind. Aufgrund dieser brandverhütenden Maßnahmen ist es im langjährigen Betrieb des FR MZ bis dato zu keinem Brandereignis gekommen. Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde sieht daher das Schutzziel des Brandschutzes als erfüllt an.

### FRM II

Die Darstellungen in Abschnitt 3.1.1 zu den Auslegungsüberlegungen und Vorkehrungen zur Brandverhütung sowie der in Abschnitt 3.1.2 gegebene Überblick über das Vorgehen bei der Handhabung und der Kontrolle von Brandlasten und potenziellen Zündquellen sind korrekt wiedergegeben.

Mit den im Rahmen des Brandschutzkonzepts der Anlage geschaffenen Regularien und Vorkehrungen soll die Einhaltung der Schutzziele gewährleistet werden. Hierzu wurde ein umfangreiches Spektrum an Maßnahmen zur Brandverhütung, Brandminimierung sowie Brandbekämpfung geschaffen. Diese werden durch den Anlagenbetreiber fortlaufend auf ihre Funktionsfähigkeit hin kontrolliert sowie im aufsichtlichen Verfahren überwacht. Die Konzeption der Anlage in Brandabschnitte

und Brandbekämpfungsabschnitte mit umfangreichen Möglichkeiten zur Minimierung schädlicher Auswirkungen im Brandfall und die Vorhaltung einer ständig einsatzbereiten Werkfeuerwehr tragen entscheidend zum Brandschutz und damit zur Einhaltung der Schadensvorsorge bei. Die im Brandschutzkonzept enthaltenen Maßnahmen stellen somit ein umfangreiches und bewährtes Mittel zum aktiven und passiven Brandschutz und der Einhaltung der Schutzziele dar. Bisher waren im aufsichtlichen Verfahren keine brandschutztechnischen Anpassungen zu veranlassen.

### **Anlagen des Brennstoffkreislaufs**

#### BFL

Das Brandschutzkonzept der BFL ist in den vorherigen Abschnitten des Kapitels 3 zutreffend dargestellt.

Das Brandschutzkonzept der BFL basiert auf vorbeugenden Brandverhütungsmaßnahmen, der frühzeitigen Erkennung von Bränden sowie der wirkungsvollen Bekämpfung von Entstehungsbränden. Wesentlich für die Einhaltung des radiologischen Sicherheitsziele, der Vermeidung von Aktivitätsfreisetzung bzw. dem Einschluss und der Rückhaltung radioaktiver Stoffe ist die Schutzfunktion des Gebäudes, insbesondere die brandschutztechnische Trennung und die Verwendung nicht brennbarer Baustoffe.

Sowohl die baulichen als auch die anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen sind angemessen. Erkenntnisse über Defizite in dem Brandschutzkonzept der BFL liegen nicht vor. Das Brandschutzkonzept sowie die im Betriebshandbuch festgeschriebene Brandschutzordnung sind für einen effektiven Brandschutz der BFL geeignet.

Über die Durchführung regelmäßiger Übungen der Betriebsfeuerwehr der BFL mit der öffentlichen Feuerwehr wird die Einsatzbereitschaft im Brandfall sichergestellt. Die Übungen erfolgen unter Teilnahme der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und weiterer zuständiger Behörden.

Die Übereinstimmung der in der BFL getroffenen Brandschutzmaßnahmen mit dem Brandschutzkonzept wird im atomrechtlichen Genehmigungsverfahren sowie im Aufsichtsverfahren überprüft.

Das Brandschutzkonzept wird fortgeschrieben und hierbei Änderungen an der Anlage sowie Regelwerksfortschreibungen bzw. der fortschreitende Stand von Wissenschaft und Technik berücksichtigt. Anlässlich der ersten PSÜ der BFL wurde das Brandschutzkonzept zuletzt im Jahr 2021 als geeignet für die Einhaltung der konventionellen Schutzziele sowie der kerntechnischen Schutzziele entsprechend den Sicherheitsanforderungen für die Herstellung von Leichtwasserreaktorbrennelementen mit niedrig angereichertem Uran bewertet.

#### UAG

Die Brandverhütungsmaßnahmen wurden im Rahmen der Genehmigung des Endausbaus der Anlage mit Bescheid Nr. 7/6 UAG durch den hinzugezogenen Brandschutzsachverständigen umfassend dargestellt und bewertet. Die gewonnenen Erfahrungen aus dem Betrieb der bestehenden Anlage hinsichtlich des Brandschutzes sind in diese Beurteilung eingeflossen. Zusammenfassend hat die brandschutztechnische Prüfung ergeben, dass die grundlegenden Forderungen des Brandschutzes auch für den Endausbau der UAG berücksichtigt werden. Die atomrechtliche Genehmigungsbehörde kam zu dem Ergebnis, dass aus brandschutztechnischer Sicht die Erweiterung der Anlage

mit dem bestehenden Brandschutzkonzept der UAG vereinbar war und die nach den baugesetzlichen Bestimmungen und nach dem Stand von Wissenschaft und Technik im Sinne des Atomgesetzes erforderlichen Brandverhütungsmaßnahmen getroffen wurden.

Änderungsvorhaben mit Schnittstellen zu sicherheitstechnisch relevanten Einrichtungen des Brandschutzes sowie die Fortschreibung von Brandschutzkonzept und Betriebsreglement werden durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde unter Hinzuziehung eines Brandschutzsachverständigen geprüft. Vor der Inbetriebnahme sicherheitstechnisch relevanter Einrichtungen ist eine Funktions- und Abnahmeprüfung im Beisein des Brandschutzsachverständigen durchzuführen.

Die Brandverhütungsmaßnahmen sind geeignet, einen Entstehungsbrand zu verhindern oder frühzeitig zu erkennen, um somit eine Ausbreitung auf einen Brandabschnitt zu beschränken und eine größere Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern.

Schwächen bei den Brandverhütungsmaßnahmen sind derzeit nicht bekannt.

Die baulichen, anlagentechnischen und administrativen Maßnahmen zur Brandverhütung haben sich in der Vergangenheit als wirkungsvoll erwiesen und werden fortlaufend an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst.

Bei den regelmäßig stattfindenden brandschutztechnischen Begehungen werden in der Regel nur geringfügige Mängel erkannt, welche stets direkt bzw. zeitnah behoben werden können.

Über die im Betriebshandbuch festgelegten wiederkehrenden Prüfungen unter Beteiligung des von der Behörde hinzugezogenen Sachverständigen wird fortlaufend der anforderungsgemäße Zustand der Brandschutzeinrichtungen sichergestellt.

Das in Kapitel 3 beschriebene Brandschutzkonzept der UAG wird inhaltlich korrekt wiedergegeben.

Dem Brandschutzkonzept liegen die zur Zeit der Erstellung jeweils gültigen Fassung der geltenden Landesbauordnung, der Strahlenschutzverordnung, der Störfall-Verordnung, der KTA-Regeln, der Industriebaurichtlinie sowie der DIN 18230 zugrunde. Die Anforderungen des RS-Handbuchs werden umfassend und richtig dargestellt.

Durch einen modularen Aufbau des Brandschutzkonzepts werden die Fortschreibung auf Grund von Änderungen oder Erweiterungen sowie deren Prüfung vereinfacht. Neben einem übergeordneten Konzeptteil existieren weitere Teile je Gebäude und den jeweiligen Brandlasten innerhalb dieser Gebäude.

Die Fortschreibung bzw. Anpassung des Brandschutzkonzepts (zum Beispiel durch neue Erkenntnisse gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik, Anpassung von Regelwerken, möglichen Mängeln oder Ereignissen etc.) bedarf einer jeweiligen atomaufsichtlichen Zustimmung. Hierfür wird in der Regel im Rahmen der Prüfung ein Brandschutzsachverständiger hinzugezogen. Die baulichen, technischen und administrativen Maßnahmen zur Brandverhütung haben sich in der Vergangenheit als wirkungsvoll erwiesen und werden fortlaufend an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst.

### **Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente**

Die Brandschutzkonzepte des Brennelemente-Zwischenlagers Biblis und des Brennelemente-Zwischenlagers Nord sowie deren Umsetzung sind in Kapitel 3 korrekt dargestellt. Sie erfüllen neben den Anforderungen des konventionellen baurechtlichen Regelwerks auch die atomrechtlichen Anforderungen. Sie umfassen Maßnahmen des vorbeugenden und des abwehrenden Brandschutzes.

Der für die Brennelemente-Zwischenlager erforderliche Brandschutz wird im Wesentlichen schon durch die Eigenschaften der eingelagerten Behälter abgedeckt: Die Transport- und Lagerbehälter sind gegen Brände, die bei Ein- und Auslagerungsvorgängen auftreten könnten, ausgelegt. Dabei wurde eine mittlere Flammentemperatur von 800 °C bei einer Branddauer von 30 min zu Grunde gelegt. Auch unter diesen Bedingungen bleibt der sichere Einschluss des radioaktiven Inventars im Behälter gewährleistet.

Im Lagergebäude ist auf Grund der geringen Brandlasten mit dem Auftreten eines Brandes nicht zu rechnen. Dennoch sind umfangreiche Maßnahmen des organisatorischen und abwehrenden Brandschutzes realisiert. Der Brandschutz ist Teil der Sicherheitsphilosophie des Standorts.

Bei Änderungen an der Anlage wird der Brandschutz regelmäßig berücksichtigt und das Brandschutzkonzept, falls erforderlich, angepasst. Die angewandten Maßnahmen sind wirkungsvoll, es sind keine Brände aufgetreten, das Schutzziel der Brandverhütung wurde im langjährigen Betrieb vollständig erreicht.

### **Zwischenlager für radioaktive Abfälle an Standorten kerntechnischer Anlagen**

Die Brandschutzkonzepte der Zwischenlager für radioaktive Abfälle am Standort Biblis und am ZLN sowie deren Umsetzung werden in Kapitel 3 korrekt dargestellt. Sie erfüllen neben den Anforderungen des konventionellen baurechtlichen Regelwerks auch die strahlenschutzrechtlichen Anforderungen. Sie umfassen Maßnahmen des vorbeugenden und des abwehrenden Brandschutzes.

Die Zwischenlager für radioaktive Abfälle sind organisatorisch in die Regelungen des Standorts eingebunden. Das heißt, auch für die Zwischenlager für radioaktive Abfälle gelten die hohen Standards, die für die Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente umgesetzt wurden.

In den Lagergebäuden ist auf Grund der geringen Brandlasten mit dem Auftreten eines Brandes nicht zu rechnen. Dennoch sind umfangreiche Maßnahmen des organisatorischen und abwehrenden Brandschutzes realisiert. Der Brandschutz ist Teil der Sicherheitsphilosophie des Standorts.

Bei Änderungen an den Anlagen wird der Brandschutz regelmäßig berücksichtigt und das Brandschutzkonzept, falls erforderlich, angepasst. Die angewandten Maßnahmen sind wirkungsvoll und haben das Schutzziel der Brandverhütung im langjährigen Betrieb erreicht.

Beim Zwischenlager für radioaktive Abfälle am ZLN wurde die Besonderheit der Konditionierung von radioaktiven Abfällen korrekt dargestellt. Im Brandschutzkonzept wurde die Besonderheit des Umgangs mit brennbaren radioaktiven Abfällen in Bearbeitungscaissons berücksichtigt und geeignete Maßnahmen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes ergriffen. Dazu gehörten insbesondere die Unterteilung in Brandabschnitten, die halbstationäre Schaumlöschanlage für den Caisson 2 und den Einsatz der Werkfeuerwehr, die nach ca. 5 min die Brandbekämpfung aufnehmen kann. Die Umsetzung des Brandschutzkonzepts hat sich bisher bewährt.

## **Anlagen in der Stilllegung**

Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren werden in den entsprechenden Abschnitten zu Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren betrachtet. Der nachfolgende Absatz bezieht sich nur auf die WAK und VEK.

### WAK einschließlich VEK

Das Brandschutzkonzept und dessen Umsetzung in der WAK einschließlich der VEK sind in Kapitel 3 zutreffend dargestellt.

Die Regelungen der Aufsichtsbehörde sehen den anlagentechnischen Brandschutz explizit als einen der Inspektionsbereiche vor, die bei der Aufsicht vor Ort regelmäßig zu überprüfen sind.

Die sich mit fortschreitendem Rückbau ergebenden Änderungen werden im Rahmen von Änderungsanzeigen aufsichtlich auch im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf den Brandschutz überprüft.

Insgesamt wird so sichergestellt, dass alle Brandschutzanforderungen eingehalten bleiben.

### **3.6 Schlussfolgerungen zur Eignung des Brandschutzkonzepts und seiner Umsetzung**

Wie in Abschnitt 3.5 von den zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder bestätigt, werden in Kapitel 3 die Brandschutzkonzepte und dessen Umsetzung für alle beschriebenen Anlagen zutreffend dargestellt.

Die einschlägigen Regelwerksanforderungen an die verschiedenen Teile der Brandschutzkonzepte (Brandverhütung, aktiver und passiver Brandschutz) werden eingehalten.

Die Einrichtungen des Brandschutzes werden wiederkehrend geprüft, um ihre Funktionalität zu gewährleisten, dieses Vorgehen wird engmaschig von der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde begleitet und kontrolliert. Somit wird sichergestellt, dass die Umsetzung der Brandschutzkonzepte dauerhaft gewährleistet bleibt.

Änderungen und Außerbetriebnahmen von Systemen erfolgen im Rahmen von Änderungsverfahren. Im Aufsichtsverfahren werden sie auf ihre brandschutztechnische Vertretbarkeit und auf ihre Rückwirkungsfreiheit auf die in Betrieb verbleibenden Systeme überprüft. Somit ist sichergestellt, dass der Brandschutz im Rückbau stets dem Gefahrenpotenzial angemessen bleibt.



## 4 Gesamtbewertung und Schlussfolgerungen

Aus der vorstehenden Darstellung ergibt sich die folgende Gesamtbewertung für die Brandsicherheit der betrachteten, repräsentativ ausgewählten kerntechnischen Anlagen in Deutschland:

1. Die Berücksichtigung des Brandschutzes kerntechnischer Anlagen begann in Deutschland bereits mit dem Design bzw. der Auslegung der Kernkraftwerke, Forschungsreaktoren und Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung. Durch Maßnahmen bei Auslegung, Konstruktion, Errichtung sowie Betrieb wurde Vorsorge gegen Brandereignisse getroffen, die auch in den Errichtungs- und Betriebsgenehmigungen anlagenspezifisch festgeschrieben wurden.
2. Die konventionellen Regelwerke zum Brandschutz aus Baurecht und Arbeitsschutz werden durch das Kerntechnische Regelwerk, insbesondere die „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ und die KTA-Regel 2101, Teil 1 – 3 ergänzt, welche je nach Gefährdungspotenzial der verschiedenen kerntechnischen Anlagen abgestuft angewandt wird.
3. Das deutsche Regelwerk entspricht in hohem Maße den internationalen Anforderungen an die Brandsicherheit von WENRA, IAEA und Euratom.
4. Die in Deutschland betriebenen kerntechnischen Anlagen werden im Bereich der Brandsicherheit fortlaufend an den Stand von Wissenschaft und Technik angepasst. Die Betriebserfahrung für die deutschen Anlagen bestätigt die Wirksamkeit der Brandsicherheit in deutschen Anlagen.
5. Für in Betrieb befindliche Kernkraftwerke (Leistungsbetrieb und Nichtleistungsbetrieb) wurden dem deutschen Regelwerk entsprechend deterministische Brandgefahrenanalysen und probabilistische Brandrisikoanalysen (sogenannte Brand-PSA) durchgeführt.
6. Für Forschungsreaktoren sowie Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung wurde die Brandsicherheit bereits in der Planungsphase berücksichtigt.
7. Betriebsbegleitend wurde die Brandsicherheit auf Basis des fortschreitenden Erkenntnisstandes weiter ausgebaut. Hierzu wurden verschiedene Quellen genutzt und, sofern erforderlich, entsprechende Maßnahmen zur Vermeidung und Beherrschung von Bränden umgesetzt.
8. Wo möglich, wurden in deutschen Kernkraftwerken auf Grundlage umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten Voraussetzungen zur Verbesserung der Brandsicherheit geschaffen.
9. Die Brandsicherheit in deutschen kerntechnischen Anlagen wird durch die zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörden der Länder überprüft und die Wirksamkeit der Maßnahmen bestätigt. Durch die praktizierte Vorgehensweise ist für die hier betrachteten Anlagen gewährleistet, dass das hohe Sicherheitsniveau im Betrieb erhalten bleibt.

## 5 Referenzen zum NAR

- /ART 22/ Artz, A., and K. Borowski: Small Fire Event During Dismantling of A Steam Generator, in: Röwekamp, M., H.-P. Berg (Eds.): Proceedings of SMiRT 26, 17<sup>th</sup> International Seminar on Fire Safety in Nuclear Power Plants and Installations, Westerburg Huy, Germany, October 24-26, 2022, GRS–705, ISBN 978-3-949088-96-4, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, Köln, November 2022, <https://www.grs.de/de/aktuelles/publikationen/grs-705>.
- /ATG 22/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz), in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist, 2022, <https://www.gesetze-im-internet.de/atg/BJNR008140959.html>.
- /BMJ 21/ Bundesministerium für Justiz (BMJ): Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I 2018, Nr. 41, S. 2034), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I 2021, Nr. 72, S. 4645) geändert worden ist, 2021, [https://www.gesetze-im-internet.de/strlschv\\_2018/StrlSchV.pdf](https://www.gesetze-im-internet.de/strlschv_2018/StrlSchV.pdf).
- /BMJ 22/ Bundesministerium für Justiz (BMJ): Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG)/Act on the Protection Against the Harmful Effects of Ionising Radiation (Radiation Protection Act)\_vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15) geändert worden ist, 2022, <https://www.gesetze-im-internet.de/strlschg/>.
- /BMJ 22a/ Bundesministerium der Justiz (BMJ): Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland in der im Bundesgesetzblatt Teil III; Gliederungsnummer 100-1, veröffentlichten Fassung das zuletzt geändert durch Art. 1 G v. 19.12.2022, BGBl. I S. 2478, Dezember 2022, <https://www.gesetze-im-internet.de/gg/BJNR000010949.html>.
- /BMU 05/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Leitfaden Probabilistische Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke in der Bundesrepublik Deutschland. Bekanntmachung des Leitfadens zur Durchführung der Sicherheitsüberprüfung gemäß § 19a des Atomgesetzes. 30. August 2005 (BAnz. Nr. 207a vom 03.11.2005 S. 1), 2005, [https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3\\_74\\_3.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3_74_3.pdf?__blob=publicationFile&v=1).
- /BMU 15/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB): Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Bekanntmachung vom 3. März 2015, BAnz AT 30.02.2015 B2, 2015, [https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3\\_0\\_1.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=%201](https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3_0_1.pdf?__blob=publicationFile&v=%201).

- /BMU 15a/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Interpretationen zu den „Sicherheitsanforderungen an KKW vom 22. November 2012“, vom 29. November 2013 (BAnz AT 10.12.2013 B4), geändert am 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B3), 2015,  
[https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3\\_0\\_2.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.base.bund.de/SharedDocs/Downloads/BASE/DE/rsh/3-bmub/3_0_2.pdf?__blob=publicationFile&v=1).
- /ESK 13/ Entsorgungskommission (ESK): Empfehlung der Entsorgungskommission, Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern, revidierte Fassung vom 10.06.2013,  
<https://www.entsorgungskommission.de/sites/default/files/reports/empfehlungesk34llbe/revfassung10062013.pdf>.
- /ESK 21/ Entsorgungskommission (ESK): Empfehlung der Entsorgungskommission, Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung vom 09.12.2021,  
[https://www.entsorgungskommission.de/sites/default/files/reports/ESK\\_Empfehlung\\_LL-ZL\\_ESK94\\_09122021.pdf](https://www.entsorgungskommission.de/sites/default/files/reports/ESK_Empfehlung_LL-ZL_ESK94_09122021.pdf).
- /EU 14/ European Union (EU): Council Directive 2014/87/EURATOM of 8 July 2014 amending Directive 2009/71/EURATOM establishing a Community framework for the nuclear safety of nuclear installations, Official Journal of the European Union L 219, pp. 42-52, 25 July 2014,  
<https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur137592.pdf>.
- /FAK 05/ Facharbeitskreis (FAK) Probabilistische Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke: Methoden zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, Stand: August 2005, BfS-SCHR-37/05, ISBN 3-86509-414-7, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Salzgitter, Oktober 2005,  
[https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201011243824/1/BfS\\_2005\\_SCHR-37\\_05.pdf](https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201011243824/1/BfS_2005_SCHR-37_05.pdf).
- /FAK 05a/ Facharbeitskreis (FAK) Probabilistische Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke: Daten zur Quantifizierung von Ereignisablaufdiagrammen und Fehlerbäumen, Stand: August 2005, BfS-SCHR-38/05, ISBN 3-86509-415-5, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Salzgitter, Oktober 2005,  
[https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201011243838/1/BfS\\_2005\\_SCHR-38\\_05.pdf](https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-201011243838/1/BfS_2005_SCHR-38_05.pdf).
- /FAK 16/ Facharbeitskreis (FAK) Probabilistische Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke: Methoden und Daten zur probabilistischen Sicherheitsanalyse für Kernkraftwerke, Stand: Mai 2015, BfS-SCHR-61/16, Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Salzgitter, September 2016,  
<https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2016091314090/3/BfS-SCHR-61-16.pdf>.

- /FOR 19/ Forell, B.: Fires of Radioactive Waste During and After Drying Processes in German Nuclear Power Plant, in: Röwekamp, M., H.-P. Berg (Eds.): Proceedings of SMiRT 25, 16<sup>th</sup> International Seminar on Fire Safety in Nuclear Power Plants and Installations, October 28-30, 2019, Ottawa, ONT, Canada, GRS-A-3963, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, Köln, Deutschland, Dezember 2019, <https://www.grs.de/de/aktuelles/publikationen/grs-3963-smirt-25-16th-international-seminar-fire-safety-nuclear-power>.
- /FOR 20/ Forell, B.: Untersuchungen zu Risiken aus anlageninternen Bränden während des Nachbetriebs und der Stilllegung von Kernkraftwerken. GRS-548, ISBN 978-3-947685-33-2, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, Köln, Dezember 2020, [https://www.grs.de/sites/default/files/publications/grs-548\\_0.pdf](https://www.grs.de/sites/default/files/publications/grs-548_0.pdf).
- /IAE 10/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series No. SSG-3, STI/PUB/1430, ISBN 978-92-0-114509-3, Vienna, Austria, April 2010, [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1430\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1430_web.pdf).
- /IAE 13/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards No. SSG-25, STI/PUB/1588, ISBN 978-92-0-137410-3, Vienna, Austria, 2013, [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1588\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1588_web.pdf).
- /IAE 16/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Safety of Nuclear Power Plants: Design, Specific Safety Requirements, IAEA Safety Standard Series No. SSR-2/1, Rev. 1, STI/PUB/1715, ISBN 978-92-0-109315-8, Vienna, Austria, February 2016, <https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1715web-46541668.pdf>.
- /IAE 16a/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Safety of Nuclear Power Plants: Commissioning and Operation, Specific Safety Requirements, IAEA Safety Standard Series No. SSR-2/2, Rev. 1, STI/PUB/1716, ISBN 978-92-0-109415-5, Vienna, Austria, February 2016, <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1716web-18398071.pdf>.
- /IAE 16b/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Safety of Research Reactors, Specific Safety Requirements, IAEA Safety Standard Series No. SSR-3, STI/PUB/1751, ISBN 978-92-0-104816-5, Vienna, Austria, September 2016, [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1751\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1751_web.pdf).
- /IAE 21/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Protection against Internal Hazards in the Design of Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series No. SSG-64, STI/PUB/1947, ISBN 978-92-0-116121-5, Vienna, Austria, August 2021, [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1947\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1947_web.pdf).
- /IAE 22/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Protection Against Internal and External Hazards in the Operation of Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide, IAEA Safety Standards Series No. SSG-77, STI/PUB/1991, ISBN 978-92-0-101722-2, Vienna, Austria, März 2022, [https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1991\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1991_web.pdf).

- /IAE 23/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. SSG-3 (Rev. 1) [IAEA Preprint], Vienna, Austria, 2023,  
[https://preprint.iaea.org/search.aspx?orig\\_q=reportnumber:IAEA-PC--8880](https://preprint.iaea.org/search.aspx?orig_q=reportnumber:IAEA-PC--8880).
- /KTA 11/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 2201, Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze, Fassung 2011-11, November 2011,  
[https://www.kta-gs.de/d/regeln/2200/2201\\_1\\_r\\_2011\\_11.pdf](https://www.kta-gs.de/d/regeln/2200/2201_1_r_2011_11.pdf).
- /KTA 12/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 2201, Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 4: Anlagenteile, Fassung 2012-11, November 2012,  
[https://www.kta-gs.de/d/regeln/2200/2201\\_4\\_r\\_2012\\_11.pdf](https://www.kta-gs.de/d/regeln/2200/2201_4_r_2012_11.pdf).
- /KTA 14/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 3701, Übergeordnete Anforderungen an die elektrische Energieversorgung in Kernkraftwerken, Fassung 2014-11, November 2014,  
[https://www.kta-gs.de/d/regeln/3700/3701\\_r\\_2014\\_11.pdf](https://www.kta-gs.de/d/regeln/3700/3701_r_2014_11.pdf).
- /KTA 15/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 2101, Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes, Fassung 2015-11, November 2015,  
[http://www.kta-gs.de/d/regeln/2100/2101\\_1\\_r\\_2015\\_11.pdf](http://www.kta-gs.de/d/regeln/2100/2101_1_r_2015_11.pdf).
- /KTA 15a/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 2101, Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen, Fassung 2015-11, November 2015,  
[http://www.kta-gs.de/d/regeln/2100/2101\\_2\\_r\\_2015\\_11.pdf](http://www.kta-gs.de/d/regeln/2100/2101_2_r_2015_11.pdf).
- /KTA 15b/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 2101, Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen, Fassung 2015-11, November 2015,  
[https://www.kta-gs.de/d/regeln/2100/2101\\_3\\_r\\_2015\\_11.pdf](https://www.kta-gs.de/d/regeln/2100/2101_3_r_2015_11.pdf).
- /KTA 15c/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 1201, Anforderungen an das Betriebshandbuch, Fassung 2015-11, November 2015,  
[https://www.kta-gs.de/d/regeln/1200/1201\\_r\\_2015\\_11.pdf](https://www.kta-gs.de/d/regeln/1200/1201_r_2015_11.pdf).
- /KTA 17/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 1202, Anforderungen an das Prüfhandbuch, Fassung 2017-11, November 2017,  
[https://www.kta-gs.de/d/regeln/1200/1202\\_r\\_2017\\_11.pdf](https://www.kta-gs.de/d/regeln/1200/1202_r_2017_11.pdf).
- /KTA 22/ Kerntechnischer Ausschuss (KTA): Sicherheitstechnische Regel des KTA: KTA 2206, Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen Fassung 2022-11, November 2022,  
[https://www.kta-gs.de/d/regeln/2200/2206\\_r\\_2022\\_11.pdf](https://www.kta-gs.de/d/regeln/2200/2206_r_2022_11.pdf).

- /MEL 20/ Melly, N. B., at al.: Survey of Member Countries' Nuclear Power Plant Fire Protection Regulations by the OECD Nuclear Energy Agency (NEA) Fire Incidents Records Exchange (FIRE) Database Project – Topical Report No. 2, International Agreement Report NUREG/IA-0519, United States. Nuclear Regulatory Commission (NRC) Office of Nuclear Research, Washington, DC, USA, August 2020,  
<https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/agreement/ia0519/>.
- /MIN 05/ Ministerium des Innern und für Sport Rheinland-Pfalz: Gefahrstoffkonzept Rheinland-Pfalz, Empfehlungen für Ausbildung, Ausrüstung und taktische Regeln im ABC-Einsatz, Rheinland-Pfalz, vom 25. April 2005 (Az.: 30 113-1DV.500), Mainz, 2005,  
[https://lfks.rlp.de/fileadmin/LFKS/Downloads/FwDV/Gefahrstoffkonzept\\_April05a.pdf](https://lfks.rlp.de/fileadmin/LFKS/Downloads/FwDV/Gefahrstoffkonzept_April05a.pdf).
- /RIC 17/ Richter, C., B. Forell, F.-N. Sentuc: Überprüfung des unfallbedingten Freisetzungsvhaltens bei der Beförderung radioaktiver Stoffe, GRS-482, ISBN 978-3-946607-66-3, Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH, Köln, Oktober 2017,  
<https://www.grs.de/sites/default/files/publications/grs-482.pdf>.
- /SSK 04/ Strahlenschutzkommission (SSK): SSK-Leitfaden für den Fachberater Strahlenschutz der Katastrophenschutzleitung bei kerntechnischen Notfällen, Heft 37, TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg e.V., ISBN 3-437-22178-7, Köln, 2004.
- /WEN 14/ Western European Nuclear Regulators Association (WENRA): Report Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels, Report of Working Group on Waste and Decommissioning (WGWD), Version 2.2, April 2014,  
[https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wgwd\\_storage\\_report\\_final.pdf](https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wgwd_storage_report_final.pdf).
- /WEN 15/ Western European Nuclear Regulators Association (WENRA): Report Decommissioning Safety Reference Levels – Version 2.2, 22 April 2015,  
[https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wgwd\\_report\\_decommissioning\\_sr\\_ls\\_v2\\_2.pdf](https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wgwd_report_decommissioning_sr_ls_v2_2.pdf).
- /WEN 20/ Western European Nuclear Regulators Association (WENRA): Report Safety Reference Levels for Existing Research Reactors, November 2020,  
[https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wenra\\_safety\\_reference\\_levels\\_for\\_research\\_reactors\\_final\\_november\\_2020.pdf](https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wenra_safety_reference_levels_for_research_reactors_final_november_2020.pdf).
- /WEN 21/ Western European Nuclear Regulators Association (WENRA): Report Safety Reference Levels for Existing Reactors 2020, 17<sup>th</sup> February 2021,  
[https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wenra\\_safety\\_reference\\_level\\_for\\_existing\\_reactors\\_2020.pdf](https://www.wenra.eu/sites/default/files/publications/wenra_safety_reference_level_for_existing_reactors_2020.pdf).
- /WEN 22/ Western European Nuclear regulators Association (WENRA): Topical Peer Review 2023 Fire Protection, Technical Specification for the National Assessment Reports – Ad-hoc TPR II WG report to WENRA, 21 June 2022.

## Anhänge zum NAR

### A1 Vollständige Liste der kerntechnischen Anlagen

<b>Kernkraftwerke (alle in Stilllegung)</b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name (Reaktortyp)</b>	<b>Standort</b>
GKN II	Kernkraftwerk Neckarwestheim, Block 2 (DWR)	Neckarwestheim, Baden-Württemberg
KKI 2	Kernkraftwerk Isar, Block 2 (DWR)	Essenbach, Bayern
KKE	Kernkraftwerk Emsland (DWR)	Lingen, Niedersachsen
KRB C	Kernkraftwerk Gundremmingen, Block C (SWR)	Gundremmingen, Bayern
KKP 2	Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2 (DWR)	Philippsburg, Baden-Württemberg
KWG	Kernkraftwerk Grohnde (DWR)	Grohnde, Niedersachsen
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf (DWR)	Brokdorf, Schleswig-Holstein
KRB B	Kernkraftwerk Gundremmingen, Block B (SWR)	Gundremmingen, Bayern
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld	Grafenrheinfeld, Bayern
GKN I	Kernkraftwerk Neckarwestheim, Block 1 (DWR)	Neckarwestheim, Baden-Württemberg
KKI 1	Kernkraftwerk Isar, Block 1 (DWR)	Essenbach, Bayern
KKP 1	Kernkraftwerk Philippsburg, Block 2 (SWR)	Philippsburg, Baden-Württemberg
KWB-A	Kernkraftwerk Biblis, Block A (DWR)	Biblis, Hessen
KWB-B	Kernkraftwerk Biblis, Block B (DWR)	Biblis, Hessen
KKK	Kernkraftwerk Krümmel (SWR)	Geesthacht, Schleswig-Holstein
KKU	Kernkraftwerk Unterweser (DWR)	Stadland, Niedersachsen
KWO	Kernkraftwerk Obrigheim (DWR)	Obrigheim, Baden-Württemberg
KKS	Kernkraftwerk Stade	Stade, Niedersachsen



<b>Forschungsreaktoren (*: Stilllegung beantragt, **: in Stilllegung)</b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name (Reaktortyp)</b>	<b>Standort</b>
FR MZ	Forschungsreaktor Mainz (TRIGA Mark II)	Mainz, Rheinland-Pfalz
FRM II	Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (Schwimmbadreaktor)	Technische Universität München, Garching, Bayern
SUR	Siemens Unterrichtsreaktor	Hochschule Furtwangen, Furtwangen, Baden-Württemberg
SUR	Siemens Unterrichtsreaktor	Hochschule Stuttgart, Stuttgart, Baden-Württemberg
SUR	Siemens Unterrichtsreaktor	Hochschule Ulm, Ulm, Baden-Württemberg
AKR/ AKR-2	Ausbildungskernreaktor der TU Dresden (SUR-Typ)	Technische Universität Dresden, Dresden, Sachsen
BER II*	Berliner Experimentier-Reaktor II (Schwimmbadreaktor)	Helmholtz-Zentrum Berlin, Berlin, Berlin
FRG 1*	Forschungsreaktor Geesthacht 1 (Schwimmbadreaktor)	Geesthacht, Schleswig-Holstein
FRG 2*	Forschungsreaktor Geesthacht 2 (Schwimmbadreaktor)	Geesthacht, Schleswig-Holstein
SUR AA**	Siemens Unterrichtsreaktor	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule, Aachen, Nordrhein-Westfalen
FRM**	Forschungsreaktor München (Schwimmbadreaktor)	Technische Universität München, Garching, Bayern
FRJ 2**	Forschungsreaktor Jülich 2 (Tankreaktor, D <sub>2</sub> O)	Forschungszentrum Jülich, Jülich, Nordrhein-Westfalen
<b>Anlagen des Brennstoffkreislaufs</b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name und Typ</b>	<b>Standort</b>
BFL	Brennelemente-Fertigungsanlage Lingen	Lingen, Niedersachsen
UAG	Urananreicherungsanlage Gronau	Gronau, Nordrhein-Westfalen
PKA	Pilotkonditionierungsanlage Gorleben	Gorleben, Niedersachsen



<b>Zentrale trockene Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente</b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name</b>	<b>Standort</b>
BZG	Brennelemente-Zwischenlager Gorleben	Gorleben, Niedersachsen
BZA	Brennelemente-Zwischenlager Ahaus	Ahaus, Nordrhein-Westfalen
ZLN	Zwischenlager Nord	Rubenow, Mecklenburg-Vorpommern
AVR-BL	AVR-Behälterlager	Jülich, Nordrhein-Westfalen
<b>Trockene Standort-Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente</b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name</b>	<b>Standort</b>
BZB	Brennelemente-Zwischenlager Biblis	Biblis, Hessen
BZF	Brennelemente-Zwischenlager Brokdorf	Brokdorf, Schleswig-Holstein
SZB	Standort-Zwischenlager Brunsbüttel (Brennelemente-Zwischenlager)	Brunsbüttel, Schleswig-Holstein
BZD	Brennelemente-Zwischenlager Grohnde	Grohnde, Niedersachsen
BZM	Brennelemente-Zwischenlager Gundremmingen	Gundremmingen, Bayern
BZI	Brennelemente-Zwischenlager Isar	Essenbach, Bayern
BZK	Brennelemente-Zwischenlager Krümmel	Grafenrheinfeld, Bayern
BZL	Brennelemente-Zwischenlager Lingen	Lingen, Niedersachsen
BZN	Brennelemente-Zwischenlager Neckarwestheim	Neckarwestheim, Baden-Württemberg
BZP	Brennelemente-Zwischenlager Philippsburg	Philippsburg, Baden-Württemberg
BZR	Brennelemente-Zwischenlager Grafenrheinfeld	Grafenrheinfeld, Bayern
BZU	Brennelemente-Zwischenlager Unterweser	Stadland, Niedersachsen
<b>Trockene zentrale Zwischenlager für radioaktive Abfälle</b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name</b>	<b>Standort</b>
AZG	Abfall-Zwischenlager Gorleben	Gorleben, Niedersachsen
AZA	Abfall-Zwischenlager Ahaus	Ahaus, Nordrhein-Westfalen
AZU 1 und AZU 2	Abfall-Zwischenlager Unterweser 1 und Abfall-Zwischenlager Unterweser 2	Stadland, Niedersachsen
ZLN	Zwischenlager Nord	Rubenow, Mecklenburg-Vorpommern

EB	Entsorgungsbetriebe	Karlsruhe, Baden-Württemberg
<b>Trockene dezentrale Zwischenlager für radioaktive Abfälle</b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name</b>	<b>Standort</b>
AZB 1 und AZB 2	Abfall-Zwischenlager Biblis 1 und 2	Biblis, Hessen
AZR	Abfall-Zwischenlager Grafenrheinfeld	Grafenrheinfeld, Bayern
AZN	Abfall-Zwischenlager Neckarwestheim	Neckarwestheim, Baden-Württemberg
AZO	Abfall-Zwischenlager Obrigheim	Obrigheim, Baden-Württemberg
AZP	Abfall-Zwischenlager Philippsburg	Philippsburg, Baden-Württemberg
AZS	Abfall-Zwischenlager Stade	Stade, Niedersachsen
AZW	Abfall-Zwischenlager Würgassen	Würgassen, Nordrhein-Westfalen
<b>Anlagen in der Stilllegung<sup>3</sup></b>		
<b>Abkürzung</b>	<b>Name</b>	<b>Standort</b>
WAK und VEK	Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe und Verglasungseinrichtung Karlsruhe	Karlsruhe, Baden-Württemberg

---

<sup>3</sup> Kernkraftwerke und Forschungsreaktoren in der Stilllegung sind unter Kernkraftwerken und Forschungsreaktoren mit-erfasst.

**A2 Liste der brandschutzrelevanten Weiterleitungsnachrichten der GRS**

<b>Weiterleitungs- nachricht-Nr.</b>	<b>Titel</b>	<b>IRS-Nr.</b>
1983/09	Brand in einem Aktivkohlebehälter der Abgasanlage	359
1991/06	Wasserstoffbrand nach Leitungsabriß im Reaktorgebäuderingraum	1225
1992/08	Nichtöffnen von Armaturen des Feuerlöschwassersystems	1296
1994/01	Funktionsstörung in der Mechanik der Schmelzlotauslösung von Brandschutzklappen im XXX und XXX	1424
1994/01A	Funktionsstörungen in der Mechanik der Schmelzlotauslösung von Brandschutzklappen im XXX und XXX	keine
1994/01B	Funktionsstörungen in der Mechanik der Schmelzlotauslösung von Brandschutzklappen im XXX und XXX	keine
1994/01C	Funktionsstörungen an den Fernbedienungen von Brandschutzklappen im XXX	keine
1994/01D	Funktionsstörungen an den Fernbedienungen von Brandschutzklappen im XXX	keine
1994/01E	Mängel an neu eingebauten Brandschutzklappen	keine
2001/02	Verunreinigte Messleitungen im Feuerlöschsystem im Kernkraftwerk XXX, Block X, am XX.XX.2000	keine
2001/06	Versagen von Ventilen im Feuerlöschsystem in den Kernkraftwerken XXX, Block X, am XX.XX.2000 und XXX, Block X, am XX.XX.2001	keine
2003/10	Brand in einer 500-V-Schaltanlage des UNS-Systems im Kernkraftwerk XXX am XX.XX.2002	keine
2003/13	Ausfall der Brandmeldeanlage Reaktorgebäude aufgrund einer Störung in der Spannungsversorgung im Kernkraftwerk XXX am XX.XX.2002	keine
2006/01	Auslösung der CO <sub>2</sub> -Löschanlage für einen Rechnerraum mit Beschädigung einer Brandschutztür im Kernkraftwerk XXX am XX.XX.2005	7965
2008/07	Eindringen von Brandgasen in die Warte des Kernkraftwerks XXX beim Brand eines Maschinentransformators am XX.XX.2007	8049
2013/02	Befunde an bautechnischen Brandschutzmaßnahmen im Kernkraftwerk XXX am XX.XX.2012 sowie nachfolgend	8317
2013/02A	Befunde an bautechnischen Brandschutzmaßnahmen im Kernkraftwerk XXX am XX.XX.2012 sowie nachfolgend	keine
2015/02	Schwelbrand von Reststoffen in einem Abfallgebäude innerhalb der Trocknungsanlage im Kernkraftwerk XXX, Block X, am XX.XX.2011	keine
2016/09	Fehlerhafte Auslösung von Brandschutzklappen im unabhängigen Sabotage- und Störfallschutzsystem (USUS) infolge einer Störung in der Brandmeldeanlage MFXX im Kernkraftwerk XXX, gemeldet am XX.XX.2013	keine

<b>Weiterleitungs- nachricht-Nr.</b>	<b>Titel</b>	<b>IRS-Nr.</b>
2016/14	Baugruppenfehler in einer Brandmeldezentrale im Kernkraftwerk XXX, gemeldet am XX.XX.2016	keine
2016/14A	Ergänzung zu Weiterleitungsnachricht 2016/04 Baugruppenfehler in einer Brandmeldezentrale im Kernkraftwerk XXX, gemeldet am XX.XX.2016	keine
2022/03	Funktionsstörung Brandmeldeanlage im Kernkraftwerk XXX vom XX.XX.2022	keine

### A3 Klassifizierung von Baustoffen und Bauteilen nach alter DIN und aktueller EN

Diese Liste stellt einen Überblick über die üblichsten Klassifikationen von Baustoffen und Bauteilen gemäß einschlägiger deutscher Normen dar, welche nach und nach durch harmonisierte europäische Normen ersetzt werden.

#### Baustoffe

„nichtbrennbar“, klassifiziert gemäß DIN 4102-1

„non-combustible materials“ gemäß EN 13501-1

„schwerentflammbar“, klassifiziert gemäß DIN 4102-1

„combustible materials with very limited contribution to fire“ gemäß EN 13501-1

„normalentflammbar“, klassifiziert gemäß DIN 4102-1

„combustible materials with limited contribution to fire“ gemäß EN 13501-1

„leichtentflammbar“, klassifiziert gemäß DIN 4102-1

„combustible materials with limited contribution to fire“ gemäß EN 13501-1

#### Bauteile

##### Brandschutztüren

„feuerhemmend“: T30 gemäß DIN 4102-5 EI<sub>2</sub> 30-S<sub>a</sub>C<sub>5</sub> gemäß EN 13501-2

„feuerbeständig“: T90 gemäß DIN 4102-5 EI<sub>2</sub> 90-S<sub>a</sub>C<sub>5</sub> gemäß EN 13501-2

##### Brandschutzklappen

„feuerhemmend“: K30 gemäß DIN 4102-6 EI 30(v<sub>eh<sub>o</sub></sub> i↔o)-S gemäß EN 13501-3

„feuerbeständig“: K90 gemäß DIN 4102-6 EI 90(v<sub>eh<sub>o</sub></sub> i↔o)-S gemäß EN 13501-3

##### Lüftungskanäle

„feuerhemmend“: L30 gemäß DIN 4102-6 EI 30(v<sub>eh<sub>o</sub></sub> i↔o)-S gemäß EN 13501-3

„feuerbeständig“: L90 gemäß DIN 4102-6 EI 90(v<sub>eh<sub>o</sub></sub> i↔o)-S gemäß EN 13501-3

##### Kabeldurchführungen

„feuerhemmend“: S30 gemäß DIN 4102-9 EI 30 gemäß EN 13501-2

„feuerbeständig“: S90 gemäß DIN 4102-9 EI 90 gemäß EN 13501-2

##### Rohrleitungsdurchführungen

„feuerhemmend“: R30 gemäß DIN 4102-11 EI 30 gemäß EN 13501-2

„feuerbeständig“: R90 gemäß DIN 4102-11 EI 90 gemäß EN 13501-2